MAX

4 B

NOVA

VMBO-B

Nask 1
Natuurkunde



Bewaar dit boek! · Het bevat examenstof ·

MALMBERG

NAAM EN KLAS:

NOVA

4 VMBO-B deel B

Nask 1

Auteur
Sander Michon

Eindredactie
Linda Kleverlaan

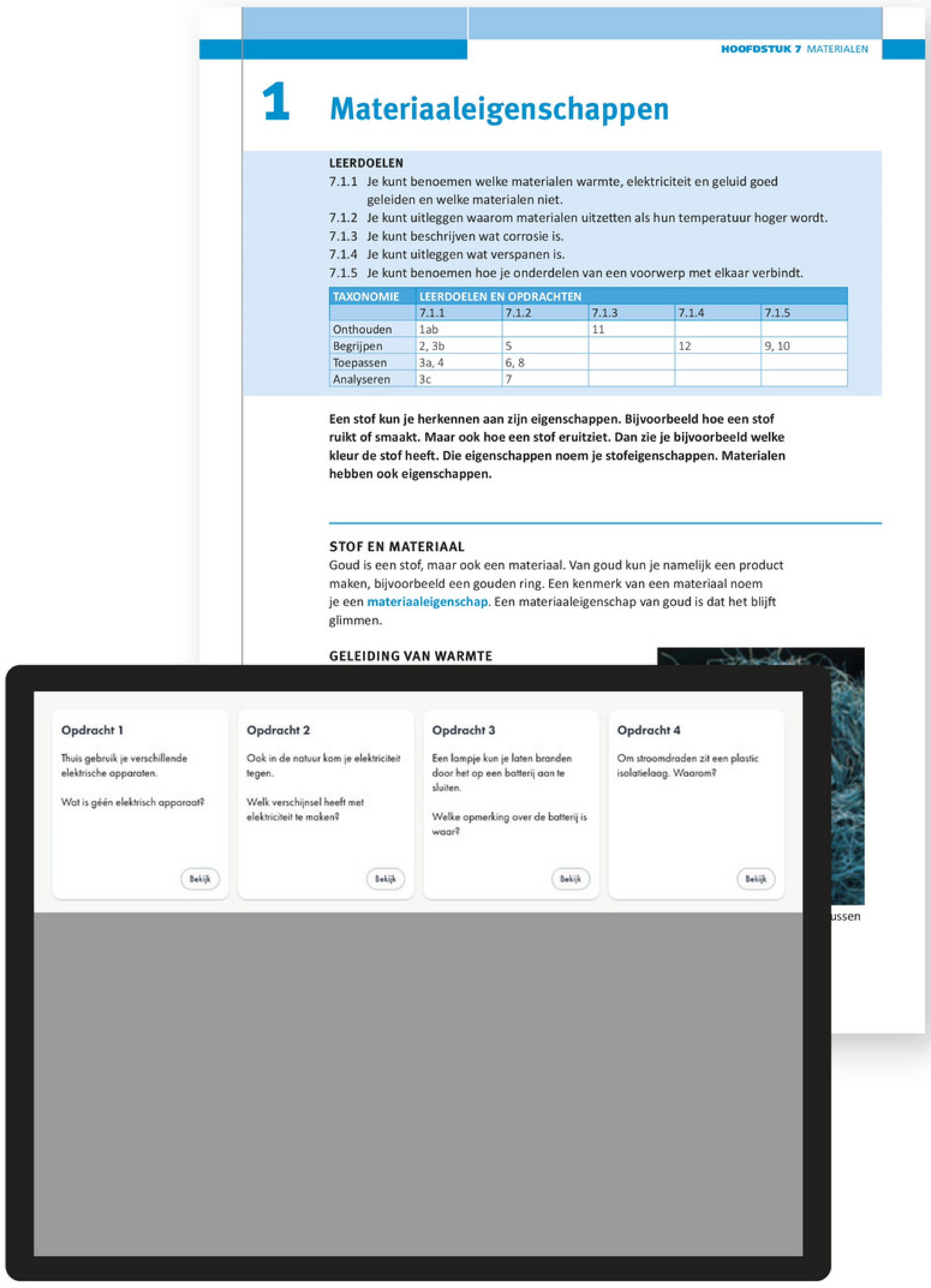
Met medewerking van
Jac van Gemert
Ton Jacobs
Lineke Pijnappels
Lian Poelsma

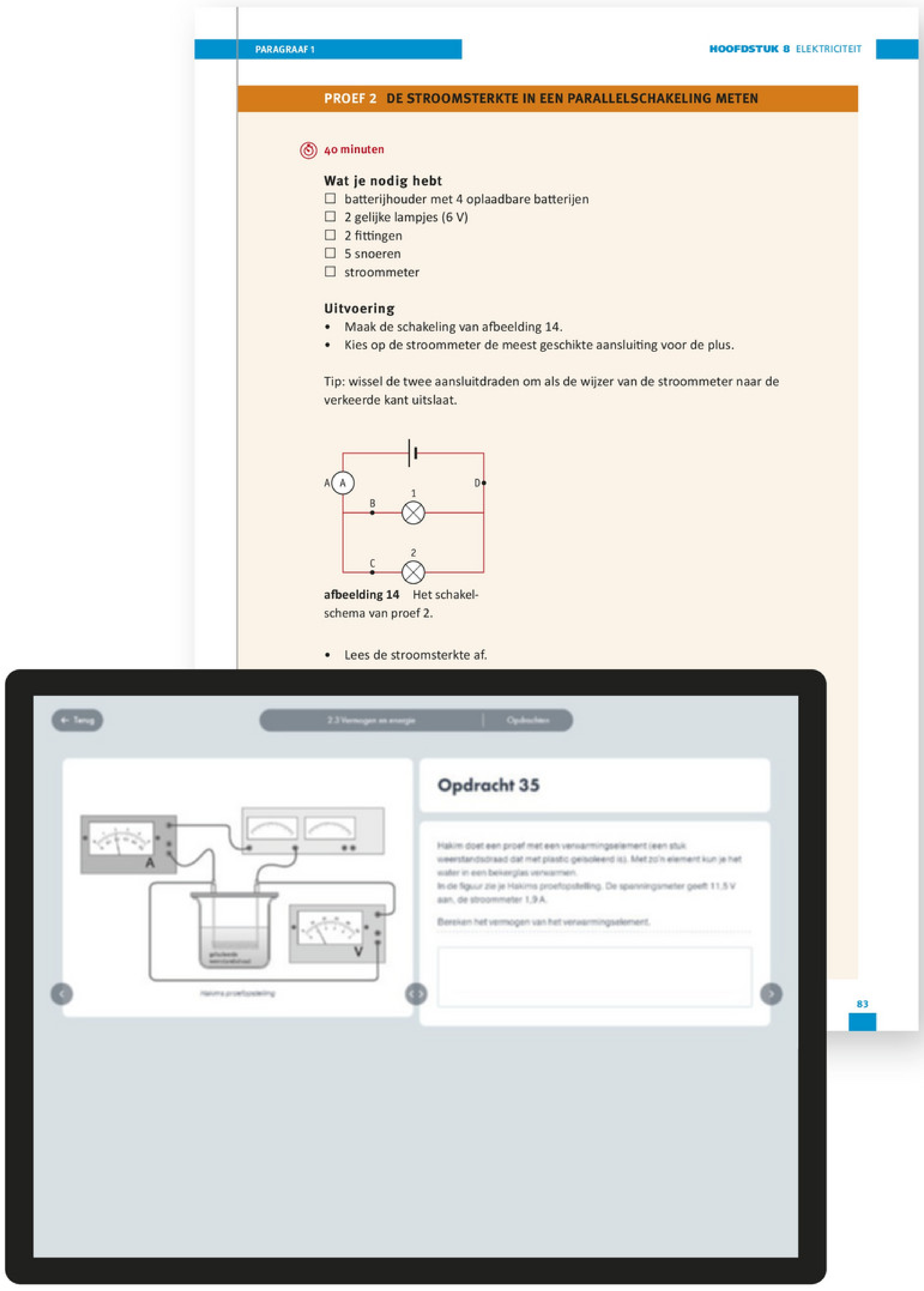
MAX Release 5.0, eerste oplage

www.malmberg.nl/nova-natuurkunde
Malmberg, 's-Hertogenbosch

Aan de slag met Nova

Waarom Nova?
Natuurkunde gaat over de wereld om je heen. Met *Nova* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken!





Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je leraar kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk hoofdstuk is verdeeld in een Introductie waarin je je voorkennis test, Theorieparagrafen en een Afsluiting. Aan het begin van elke paragraaf is met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren en op welk taxonomieniveau je het geleerde oefent bij de opdrachten. Aan het einde van elke paragraaf staat Onthoud. Dat zijn de belangrijkste dingen die je in de paragraaf leert. In de proeven moet je zelf dingen doen en ontdekken. In de Afsluiting vind je de onderdelen Onthoud en Begrippen.

Voordelen van online

- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je test je voorkennis met de *Voorkennistoets*.
- Je leert de begrippen met de *Flitskaarten*.
- Je meet of je de stof beheerst met de *Test jezelf* en *Oefentoets*.
- Je leraar volgt hoe je het doet.

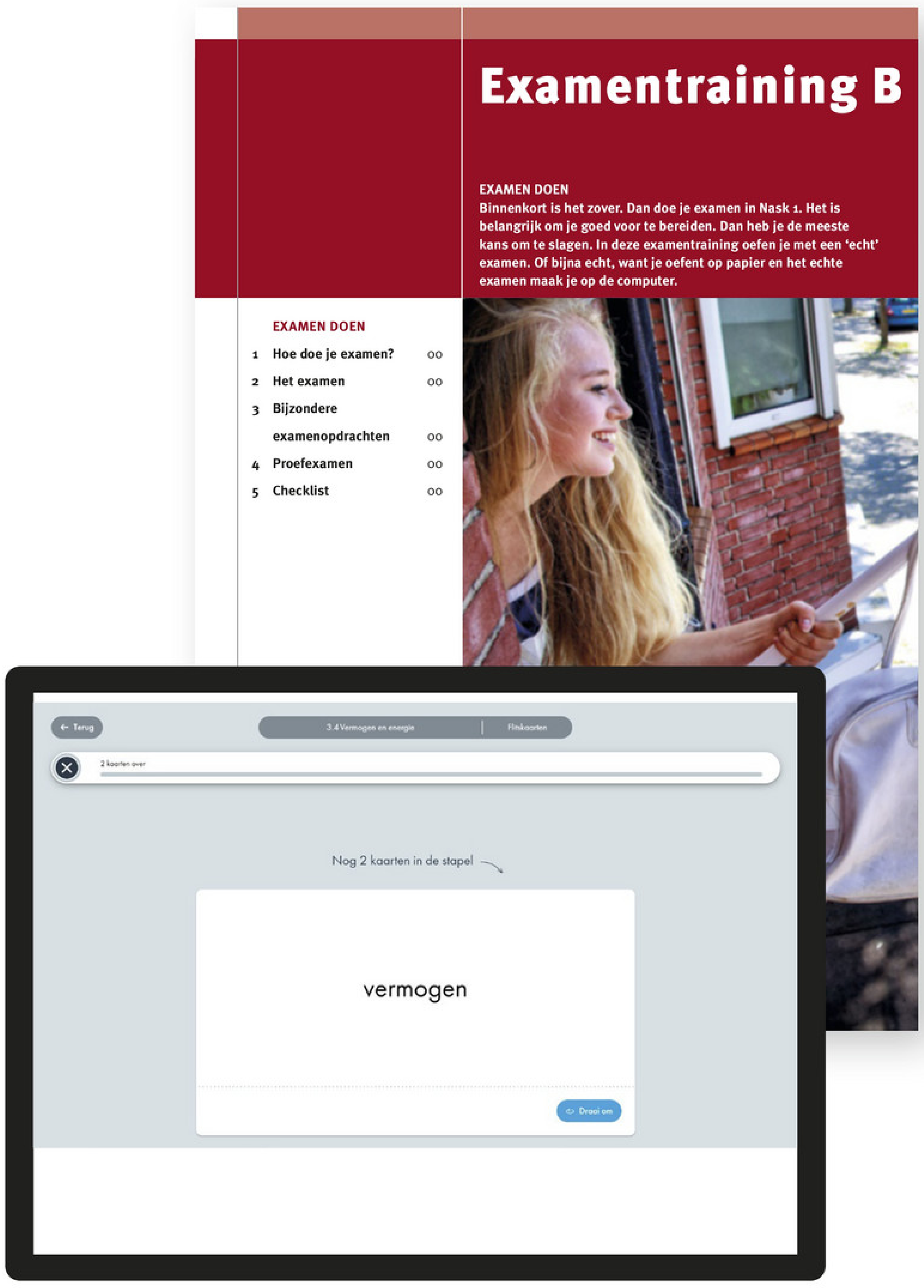
Goede voorbereiding op de toets

Aan het einde van elk hoofdstuk vind je in het Leerstofoverzicht de onderdelen Onthoud en Begrippen. Die helpen je bij de voorbereiding op de toets. In de online paragraaf Afsluiting vind je *Flitskaarten* om alle begrippen mee te leren. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan aan het einde van elke paragraaf de *Test jezelf* of *Oefentoets*.

Uitgebreide examentraining

Achter in de boeken van leerjaar 4 vind je de Examentraining. Daarin leer je hoe je je kunt voorbereiden op het examen. Je gaat oefenen met examenvaardigheden. Ook ga je echte examenopgaven maken.





Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht van wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je schrijft je berekeningen op.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

- Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.
- Met dit practicum ben je zo lang bezig.
- Dit is een moeilijke opdracht.
- Deze opdracht kun je het best in het boek maken.

Inhoud Deel A

Inhoud Deel B

10 Werktuigen

WERKTUIGEN GEBRUIKEN

Een lekke band repareren, een noot kraken, een moer losdraaien, een zeil hijsen: in al deze situaties gebruik je een werktuig om krachten uit te oefenen. Dankzij werktuigen kun je dingen doen die met je blote handen onmogelijk zijn.



INTRODUCTIE

THEORIE

AFSLUITING



Wat weet je al over krachten?

LEERDOELEN

1. Je kunt de eenheid van kracht benoemen.
2. Je kunt kilogram en gram naar elkaar omrekenen.
3. Je kunt verschillende soorten krachten herkennen.
4. Je kunt de grootte van een kracht berekenen met de krachtenschaal.
5. Je kunt een kracht tekenen door gebruik te maken van de krachtenschaal.

In deel 3a van Nova nask1 heb je al een aantal dingen over krachten geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig voor dit hoofdstuk. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

a Wat is de eenheid van kracht?

- ○ A gram
- ○ B kilogram
- ○ C newton

b Wat is het symbool van deze eenheid? ....

2

Reken om.

1000 g = ... kg

25 000 g = ... kg

145 g = ... kg

7 g = ... kg

3

Noteer drie soorten krachten.

....

....

....

4 Je hebt een kracht als een pijl getekend van 4,8 cm. Als krachtenschaal gebruik je: 1 cm ≙ 1500 N.
Hoe groot is de kracht die je hebt getekend? Vul hiervoor de verhoudingstabel in.

gegevens lengte van de pijl = ...

krachtenschaal = ...

gevraagd kracht = ?

uitwerking

×

lengte (cm)		
kracht (N)		

×

De kracht die je hebt getekend is .... N.

5 Je moet een kracht tekenen van 900 N. Je kiest als krachtenschaal: 1 cm ≙ 200 N.
Hoe lang moet je de pijl tekenen? Vul hiervoor de verhoudingstabel in.

gegevens kracht = ...

krachtenschaal ....

gevraagd lengte van de pijl = ? cm

uitwerking

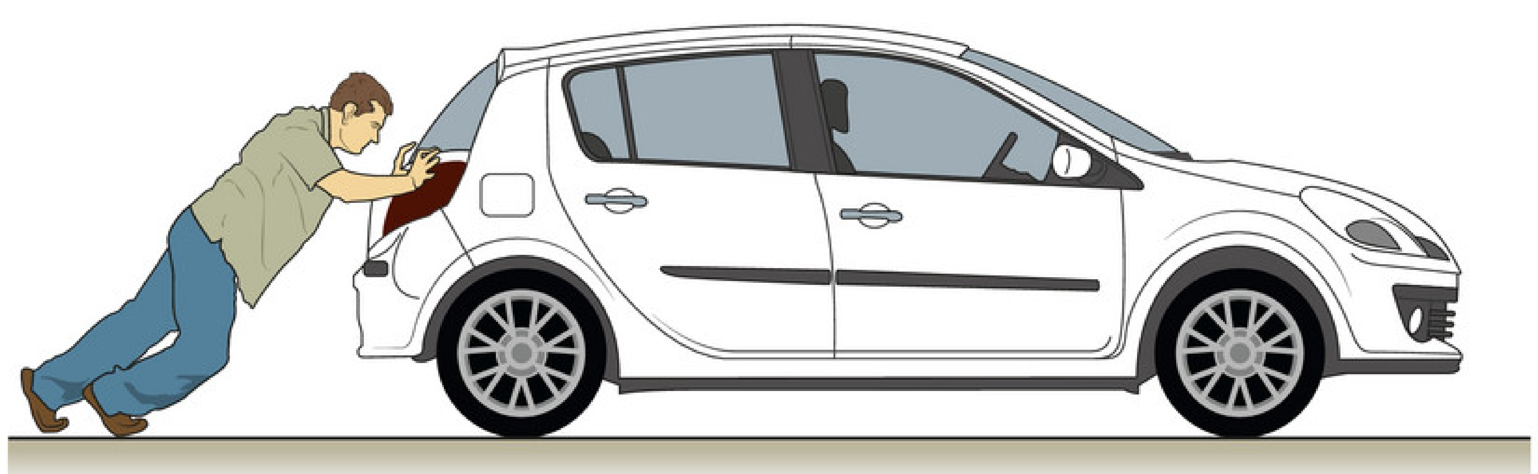
: ×

lengte (cm)	1		
kracht (N)	200	1	900

: 200 × 900

Je tekent de pijl .... cm lang.

6 Ruben duwt zijn auto een klein stukje vooruit (afbeelding 1).
Teken de kracht die Ruben op de auto uitoefent als een pijl van 3,0 cm.



afbeelding 1 Ruben duwt zijn auto een klein stukje vooruit.

Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Krachten

LEERDOELEN

10.1.1 Je kunt de uitwerkingen van een kracht benoemen.
10.1.2 Je kunt verschillende soorten krachten herkennen.
10.1.3 Je kunt de werking en toepassing van verschillende soorten krachten beschrijven.
10.1.4 Je kunt drie onderdelen van een krachtpijl benoemen.
10.1.5 Je kunt de grootte van een kracht berekenen met een formule.
10.1.6 Je kunt een kracht tekenen door gebruik te maken van een formule.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	10.1.1	10.1.2	10.1.3	10.1.4	10.1.5	10.1.6
Onthouden	1, 2, 3	9	10abc	16, 17, 18		20, 21
Begrijpen	5	8ac, 13, 15	7, 11ab, 14		19	
Toepassen	4, 6	8b	12		23, 24	22, 25, 26abcd, 27ab
Analyseren						

Een kracht kun je niet zien. Maar je kunt een kracht wel voelen. Er zijn verschillende soorten krachten. Je kunt een kracht ook tekenen.

KRACHT EN UITWERKING

Als op je lichaam een kracht werkt, voel je dat meestal. Bijvoorbeeld:
- Je draagt een zware rugzak.
- Iemand geeft je een duw.
- Je zit in een auto die snel afremt.

Krachten kun je niet zien. De gevolgen van een kracht kun je soms wel zien. De gevolgen van een kracht die je ziet, noem je het effect van een kracht of de **uitwerking van een kracht**. De uitwerking van een kracht kan zijn:
- verandering van de snelheid van een voorwerp;
- verandering van de richting van een voorwerp;
- verandering van de vorm van een voorwerp.

De snelheid van een fiets kun je veranderen door met meer of minder kracht te trappen. De richting van een fiets verander je door het stuur te draaien. Daardoor ontstaat een kracht die de richting van de fiets verandert. Door de kracht van een fikse botsing verandert de vorm van een fiets (afbeelding 1).



afbeelding 1 Een kracht kan de vorm van een voorwerp veranderen.

1 Krachten kun je *WEL* / *NIET* zien.

2 Kun je de gevolgen van een kracht zien?

○ A altijd
○ B soms
○ C nooit

3 Schrijf de drie uitwerkingen op die een kracht kan hebben op een voorwerp.

....

....

....

4 Schrijf twee voorbeelden op van krachten die je niet kunt voelen.

....

....

5 Iemand geeft je een duw. Je voelt dat een kracht op je wordt uitgeoefend.
Schrijf drie andere voorbeelden op van krachten die je kunt voelen.

....

....

....

6 In de eerste kolom van tabel 1 staan gebeurtenissen waarbij krachten optreden.
De krachten hebben een uitwerking op het onderstreepte voorwerp. Het zijn uitwerkingen die je kunt zien.
Welke uitwerkingen zie je? Zet een kruisje in de juiste kolom. Soms zijn meer antwoorden mogelijk.

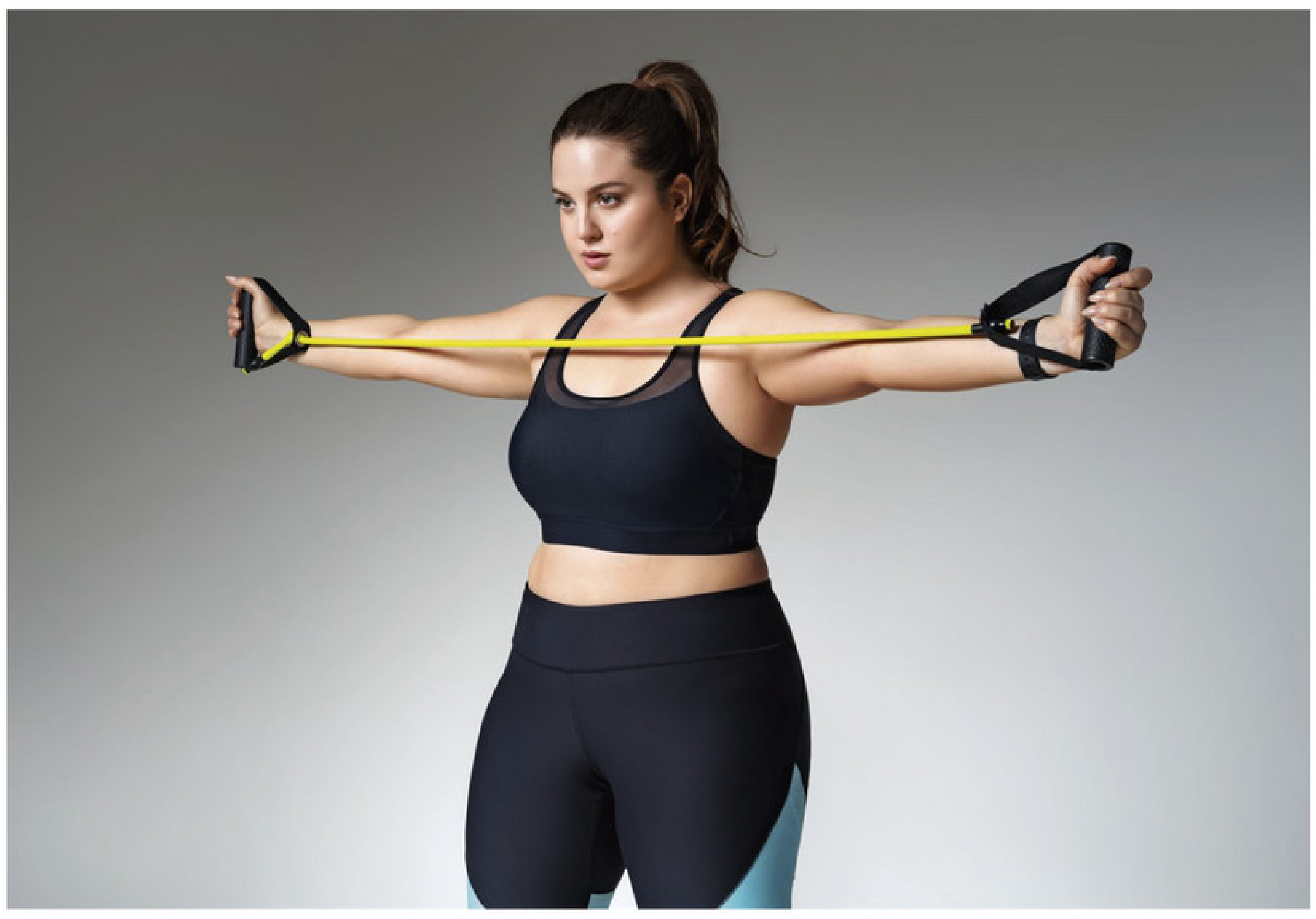
tabel 1 Krachten en hun uitwerking.

gebeurtenis	verandering van vorm	verandering van richting	verandering van snelheid
Abdi trekt aan een <u>weerstandsband</u>.			
Erik gooit een <u>steen</u> weg.			
Gideon slaat een <u>spijker</u> krom.			
Janis knijpt in een <u>blikje</u>.			
Nelleke kopt een <u>bal</u>.			
Sem slaat een <u>tennisbal</u> terug.			
Suzanne bijt in een <u>appel</u>.			

SOORTEN KRACHTEN

Er zijn allerlei soorten krachten, bijvoorbeeld spierkracht en veerkracht. Elke soort kracht ontstaat op een andere manier.

Als je fietst, duwen je voeten met kracht op de pedalen. Als je een weerstandsband uitrekt, oefen je met je handen een kracht uit op de band (afbeelding 2). Dit zijn voorbeelden van **spierkracht**. Alleen mensen en dieren hebben spierkracht.



afbeelding 2 Om een weerstandsband uit te rekken heb je spierkracht nodig.

Bij de weerstandsband voel je het uitgerekte elastiek aan je handen trekken. In het elastiek ontstaat **veerkracht** door de uitrekking. Als je de band loslaat, krijgt hij weer zijn oude vorm. Veerkracht ontstaat ook als je een veerkrachtig materiaal indrukt. Bijvoorbeeld als je in een rubberen bal knijpt (afbeelding 3). Laat je de bal los, dan krijg hij zijn oude vorm weer terug.



afbeelding 3 Veerkracht van een rubberen bal.

Een touw komt strak te staan als je eraan trekt. In het touw ontstaat dan een **spankracht**. In een strakgespannen touw, kabel of ketting is spankracht aanwezig (afbeelding 4). Met spankracht kun je iets tillen, trekken, takelen of op zijn plaats houden.



afbeelding 4 De spankrachten in de touwen houden het schip op zijn plaats.

Als je een tas vol boeken optilt, voel je goed hoe zwaar de tas is. Als je de tas loslaat, valt hij recht naar beneden. Dat komt door de **zwaartekracht**. Zwaartekracht is de kracht waarmee de aarde alle voorwerpen aantrekt. Ook op mensen en dieren werkt zwaartekracht.

Wrijvingskracht ontstaat als twee oppervlakten over elkaar schuiven. Bijvoorbeeld als je een bank verschuift over de vloer (afbeelding 5). Als je niet hard genoeg tegen de bank duwt, komt hij niet van zijn plaats. Dat komt ook door de wrijvingskracht.

Als je de bank weg wilt duwen, is de wrijvingskracht lastig. Het is een tegenwerkende kracht. Maar wrijvingskracht kan ook nuttig zijn. Bijvoorbeeld de wrijvingskracht tussen de schoenen van de jongen en de vloer (afbeelding 5). Als hij op zijn sokken had gestaan, was hij weggegleden.



afbeelding 5 De wrijvingskracht is hier een tegenwerkende kracht.

Magneten trekken ijzer, staal en nikkel aan door **magnetische kracht**. Een magneet heeft een noordpool en een zuidpool. De noordpolen van twee magneten stoten elkaar af, net als twee zuidpolen. De noordpool van een magneet en de zuidpool van een andere magneet trekken elkaar aan.

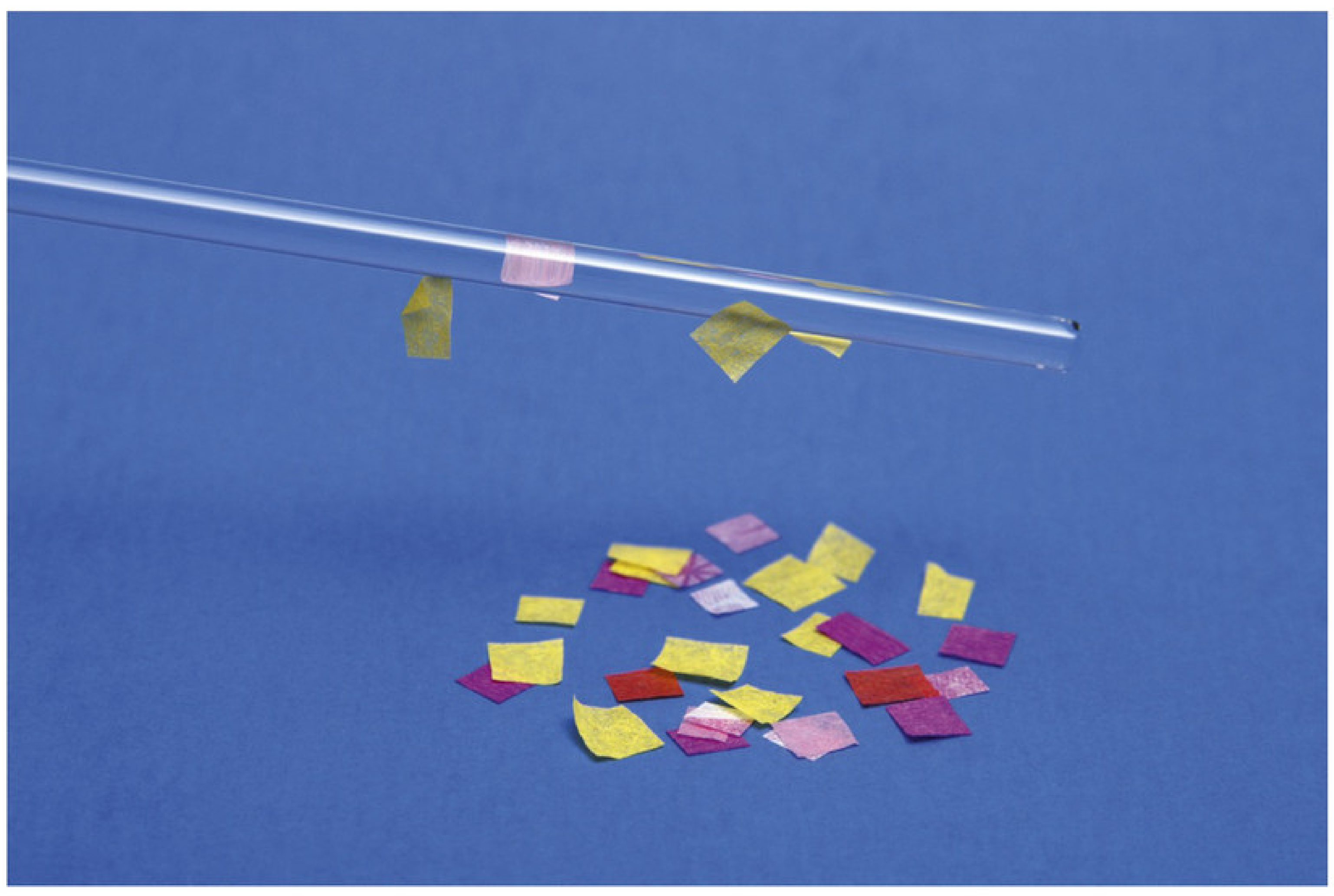
Magneten worden bijvoorbeeld gebruikt:
- als koelkastmagneet om iets op te hangen;
- als kompasnaald;
- in een elektromotor;
- in een luidspreker;
- om aquariumruiten schoon te maken (afbeelding 6).



afbeelding 6 Een aquariumruit aan de binnenkant schoonmaken met behulp van een magneet.

Als je over een glazen staaf wrijft met een zijden doek, trekt het glas papiersnippers aan (afbeelding 7). Door te wrijven krijgt de staaf elektrische lading. De staaf heeft nu **elektrische kracht**.

Elektrische kracht voel je ook soms als je een trui uittrekt. Je haren blijven dan ‘plakken’ aan de trui. Als je lange haren borstelt, ontstaat soms elektrische kracht. De haren stoten elkaar af door elektrische kracht.



afbeelding 7 Een geladen glazen staaf heeft elektrische kracht.

7 In kolom 1 van tabel 2 staan toepassingen van verschillende soorten krachten. Schrijf in kolom 2 de soort kracht.

tabel 2 Toepassingen van krachten.

toepassing	soort kracht
papiersnippers optillen met een kunststof pen	
de weg vinden met een kompas	
een auto optillen met de kabel van een takelwagen	
een emmer water optillen	
een stuiterbal laten stuiteren	
je fiets afremmen met de remblokjes van je remmen	
een boek op de grond laten vallen	

8 Een trampolinespringer maakt hoge sprongen op een trampoline.

a Welke kracht van de trampoline gebruikt hij daarvoor?
- ○ A elektrische kracht
- ○ B magnetische kracht
- ○ C spankracht
- ○ D veerkracht

b Door welke kracht komt de trampolinespringer weer naar beneden?

....

c Op het doek van een trampoline mag de springer niet uitglijden.
Welke soort kracht zorgt ervoor dat hij niet uitglijdt?
- ○ A spankracht
- ○ B spierkracht
- ○ C veerkracht
- ○ D wrijvingskracht

9 Schrijf drie voorwerpen op waarbij een magneet wordt gebruikt.

....

....

....

10 Kies steeds het juiste woord.

a De zuidpolen van twee magneten trekken elkaar *WEL* / *NIET* aan.

b De noordpolen van twee magneten trekken elkaar *WEL* / *NIET* aan.

c De noordpool en de zuidpool van twee magneten trekken elkaar *WEL* / *NIET* aan.

11 Janine houdt de zuidpool van een sterke magneet bij een ijzeren paperclip.

a De paperclip wordt *WEL* / *NIET* aangetrokken door de magneet.

b Janine draait de magneet om. Ze houdt nu de noordpool van de magneet bij de paperclip.
De paperclip wordt *WEL* / *NIET* aangetrokken door de magneet.

12 Tijdens een natuurkundepracticum wrijven leerlingen stevig met ballonnen over hun haren. Als ze de ballonnen tegen het plafond houden, blijven deze 'plakken' aan het plafond (afbeelding 8).
Door welke kracht blijven de ballonnen aan het plafond 'plakken'?

....



afbeelding 8 Ballonnen blijven aan het plafond 'plakken'.

13 Bas wil zijn bureau verschuiven. Om het bureau te verschuiven, moet hij een grote kracht gebruiken.
Welke kracht zorgt ervoor dat Bas zo'n grote kracht moet gebruiken?

....

14 Hoe zorg je ervoor dat een plastic buis elektrisch geladen wordt?

○ A door over de buis te wrijven
○ B door de buis te breken
○ C door de buis te buigen
○ D door de buis te verwarmen

Werken als bergingsspecialist beroep

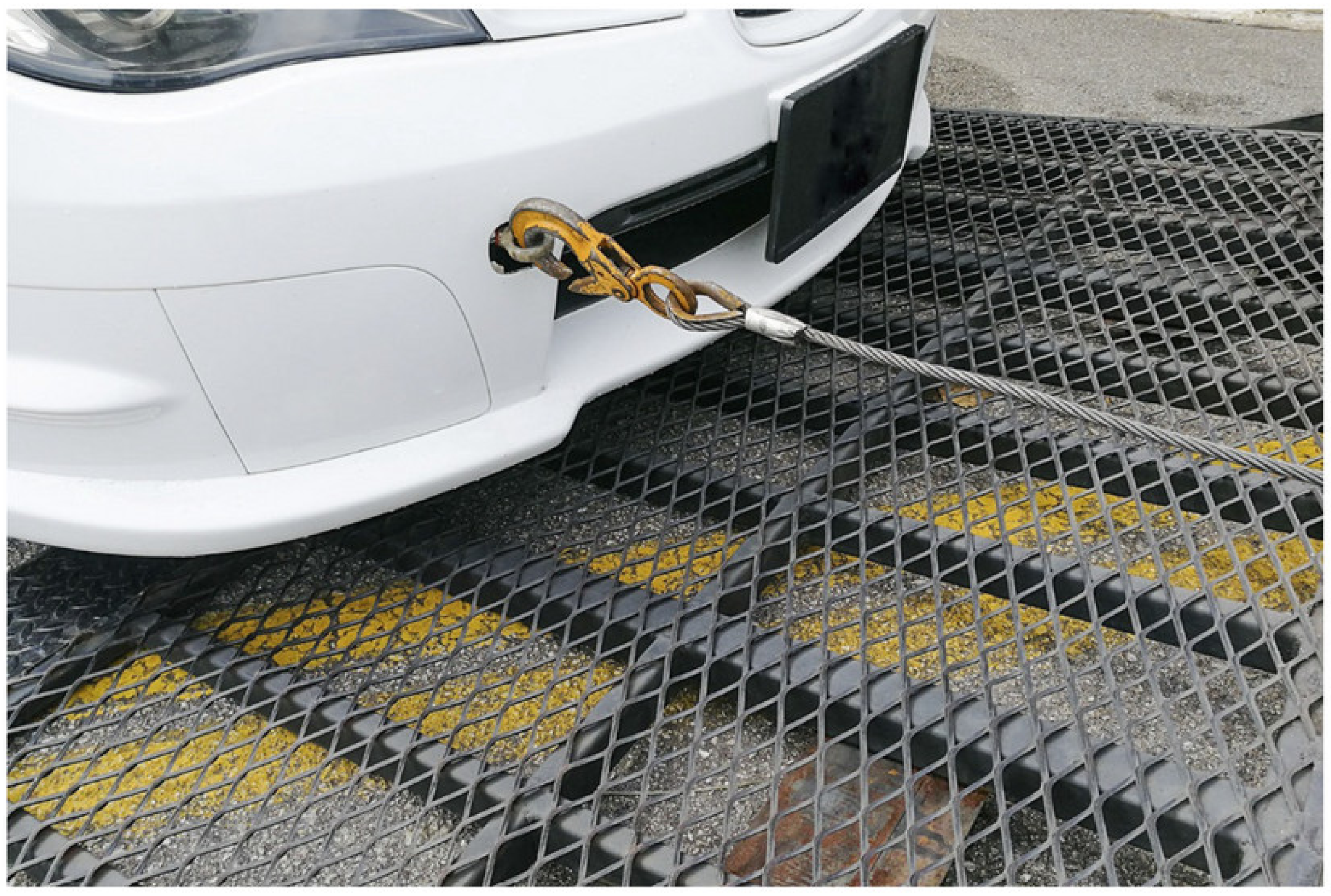


Ireen was altijd al geïnteresseerd in techniek en in snelheid. Toen ze zes jaar oud was, deed ze al aan karten. Na het vmbo is ze de opleiding Autotechnicus gaan doen. Ze heeft daarna enkele jaren bij een garagebedrijf gewerkt en auto's gerepareerd. Ireen: "Ik heb zes jaar in een werkplaats gewerkt en dat had ik toen wel gezien. Ik wilde iets anders, maar het moest wel met auto's te maken hebben."

Ireen zag een vacature voor bergingsspecialist. Ireen: "Ik werk nog steeds met auto's, maar ben altijd met mijn takelwagen onderweg. Je probeert eerst of je een auto ter plekke kunt repareren. Lukt dat niet, dan neem ik hem mee op de takelwagen."
Voordat Ireen alleen op pad kon, heeft ze wel nog enkele cursussen moeten volgen.

15 Lees de tekst 'Werken als bergingsspecialist'.
Ireen moet een auto ophalen die niet meer kan rijden. Met een kabel van haar takelwagen trekt ze de kapotte auto vooruit (afbeelding 9).
Welke soort kracht zorgt ervoor dat de auto vooruit wordt getrokken?

- ○ A spankracht
- ○ B spierkracht
- ○ C veerkracht
- ○ D wrijvingskracht



afbeelding 9 Met een kabel een auto vooruit trekken.

KRACHTEN TEKENEN

In afbeelding 10 zie je Kim met haar rugzak. De rugzak oefent een kracht uit op de schouder van Kim. Deze kracht is getekend als een pijl.



afbeelding 10 De rugzak oefent een kracht uit op de schouder van Kim.

Om een kracht te tekenen, moet je drie dingen weten:

- het **aangrijpingspunt** van de kracht;
- de richting van de kracht;
- de grootte van de kracht.

Op de plaats waar de kracht werkt, teken je het aangrijpingspunt. In afbeelding 10 is dat de draagband van de rugzak. Daar begint de pijl. De richting van de kracht zie je aan de pijlpunt. In afbeelding 10 is dat recht naar beneden. Bij de krachtpijl staat het symbool *F*. Hieraan zie je dat de pijl een kracht voorstelt. De *F* is het symbool voor kracht. De *F* komt van het Engelse woord force (kracht).

De grootte van een kracht zie je aan de lengte van de pijl. Daarvoor moet je wel de **krachtenschaal** weten. De krachtenschaal is de verhouding tussen de grootte van een kracht en de lengte van een krachtpijl.

In afbeelding 10 is de krachtenschaal 1 cm ≙ 10 N. Dit spreek je uit als: één centimeter komt overeen met tien newton. Newton is de eenheid van kracht. Het symbool voor newton is N.

Weet je de lengte van de pijl en de krachtenschaal? Dan kun je de grootte van de kracht berekenen met de volgende formule:

kracht = lengte × krachtenschaal

In deel 3B heb je geleerd hoe je de kracht kunt berekenen met een verhoudingstabel. Als je dat prettiger vindt dan rekenen met de formule, dan mag dat nog steeds. Gebruik dan een kladblaadje om je berekening te maken.

VOORBEELDOPDRACHT 1

De lengte van de pijl in afbeelding 10 is 3,5 cm. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 10 N.
Bereken hoe groot de kracht is die op de schouder van Kim werkt.

gegevens lengte van de pijl = 3,5 cm
krachtenschaal = 1 cm ≙ 10 N

gevraagd kracht = ? N

uitwerking kracht = lengte × krachtenschaal
kracht = 3,5 × 10 = 35 N

De kracht van de rugzak op de schouder van Kim is dus 35 N.

Als je zelf een kracht moet tekenen als een pijl, moet je drie dingen weten:
- hoe groot de kracht is;
- hoe groot de krachtenschaal is;
- in welke richting de kracht werkt.

Hoe lang de pijl moet zijn, bereken je met de formule:

lengte = kracht : krachtenschaal

In deel 3B heb je geleerd hoe je de lengte van een pijl kunt berekenen met een verhoudingstabel. Als je dat prettiger vindt dan rekenen met de formule, dan mag dat nog steeds. Gebruik dan een kladblaadje om je berekening te maken.

VOORBEELDOPDRACHT 2

De kracht die op een grote bloempot werkt, is 400 N. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 100 N.
Bereken hoe lang de pijl is die je moet tekenen.

gegevens kracht = 400 N
krachtenschaal = 1 cm ≙ 100 N

gevraagd lengte = ? cm

uitwerking lengte = kracht : krachtenschaal
lengte = 400 : 100 = 4,0 cm

De lengte van de pijl is dus 4,0 cm.

16 Hoe heet de plaats waar de kracht werkt?

....

17 Hoe geef je in een tekening de richting van de kracht aan?

....

18 Hoe laat je in een tekening zien hoeveel newton de kracht is?

....

19 Hoe schrijf je kort: één centimeter komt overeen met honderd newton?

....

20 Je tekent een kracht.
Welke twee gegevens heb je nodig om de lengte van de pijl uit te rekenen?

....

....

21 Met welke formule bereken je hoe lang je de pijl in een tekening moet tekenen?

lengte = ...

22 Je moet een kracht tekenen van 200 N. Je kiest als krachtenschaal: 1 cm ≙ 50 N.
Reken uit hoe lang de pijl moet zijn.

gegevens kracht = ...

krachtenschaal = ...

gevraagd lengte = ? cm

uitwerking lengte = ...

lengte = ...

23 In een tekening is een kracht getekend. De lengte van de pijl is 5,0 cm. De krachtenschaal is: 1 cm ≙ 125 N.
Reken uit hoe groot de kracht is.

gegevens ....

....

gevraagd kracht = ...

uitwerking kracht = ...

kracht = ...

24 In een tekening is een kracht getekend. De lengte van de pijl is 6,0 cm. De krachtenschaal is: 1 cm ≙ 25 N.
Reken uit hoe groot de kracht is.

....

....

....

....

....

....

25 In kolom 1 van tabel 3 staat de grootte van een kracht. In kolom 2 staat de krachtenschaal.
Reken voor elke kracht uit hoe lang je de pijl moet tekenen. Schrijf de lengte in kolom 3.

tabel 3 Bereken de lengte van de pijl.

kracht (in N)	krachtenschaal	lengte van de pijl (in cm)
100	1 cm ≙ 100 N	
200	1 cm ≙ 50 N	
800	1 cm ≙ 100 N	
400	1 cm ≙ 50 N	
1000	1 cm ≙ 500 N	
2500	1 cm ≙ 1000 N	

★ 26 Bekijk afbeelding 11.

a Murat trekt met een kracht van 375 N aan het touw (afbeelding 11a).
Hoe lang moet de pijl zijn? Let op de krachtenschaal.

....

....

....

....

....

....

b Teken de kracht in afbeelding 11a. Let ook op de richting.

c Nadia oefent met haar voet een kracht van 450 N uit op de evenwichtsbalk (afbeelding 11b).
Hoe lang moet de pijl zijn? Let op de krachtenschaal.

....

....

....

....

....

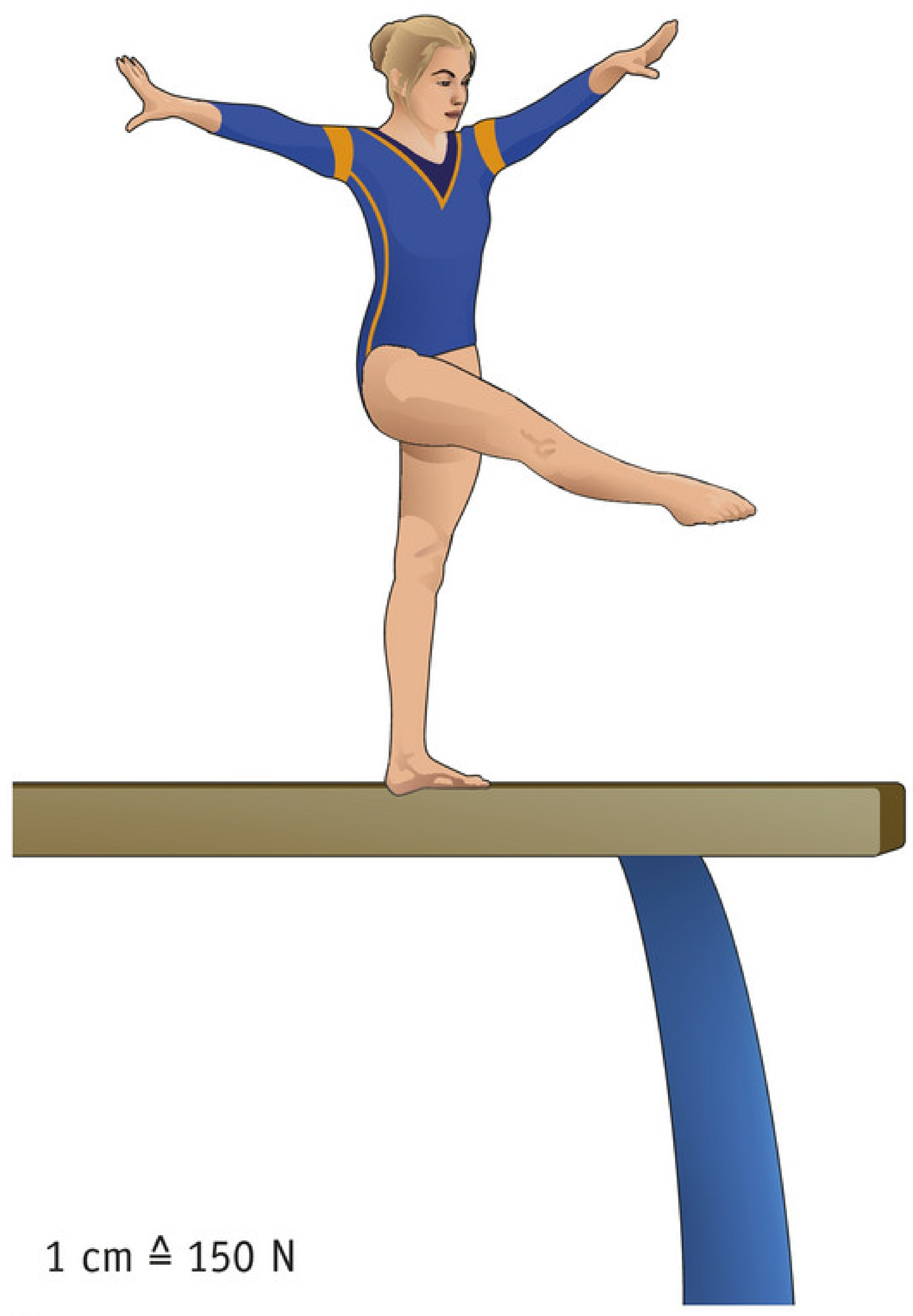
....

d Teken de kracht in afbeelding 11b. Let ook op de richting.

afbeelding 11 Krachten in de gymzaal.



ⓐ Murat



ⓑ Nadia

★ 27 Bekijk afbeelding 12.

a De aarde oefent een kracht van 500 N uit op Erwin (afbeelding 12a). Deze kracht grijpt aan in punt Z.
Teken de kracht in afbeelding 12a. Reken eerst de lengte van de pijl uit. Let ook op de richting van de pijl.

....

....

....

....

....

b Het elastiek oefent op elk been van Anish een kracht uit van 150 N (afbeelding 12b).
Teken de kracht in afbeelding 12b. Reken eerst de lengte van de pijl uit. Let ook op de richting van de pijlen.

....

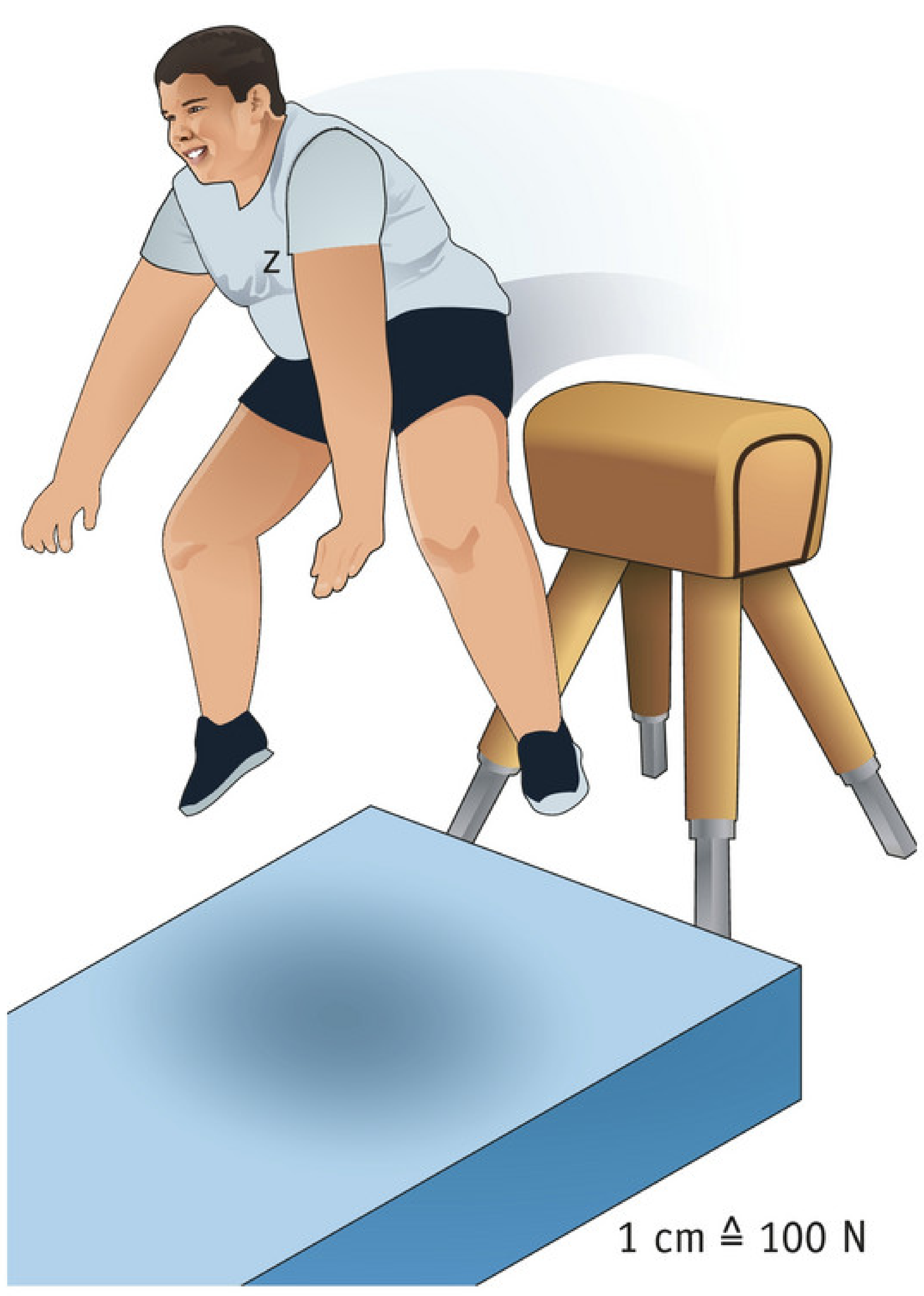
....

....

....

....

afbeelding 12 Krachten in de gymzaal.



ⓐ Erwin



ⓑ Anish

ONTHOUD

De uitwerking van een kracht kun je soms zien.
Een kracht kan drie uitwerkingen hebben:

- verandering van snelheid;
- verandering van richting;
- verandering van vorm.

Er zijn verschillende soorten krachten:

- spierkracht
- veerkracht
- spankracht
- zwaartekracht
- wrijvingskracht
- magnetische kracht
- elektrische kracht

De eigenschappen van een kracht teken je met een pijl:

- het aangrijpingspunt van de kracht;
- de richting van de kracht;
- de grootte van de kracht.

Het symbool voor kracht is *F*.
De eenheid van kracht is newton (N).

De krachtenschaal is de afspraak over hoe lang de pijl is.

De lengte van de pijl bereken je met de formule:
lengte = kracht : krachtenschaal

De grootte van de kracht bereken je met de formule:
kracht = lengte × krachtenschaal

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Krachten meten

LEERDOELEN

10.2.1 Je kunt apparaten benoemen waarmee je krachten kunt meten.
10.2.2 Je kunt een krachtmeter aflezen.
10.2.3 Je kunt berekeningen maken met massa en zwaartekracht.

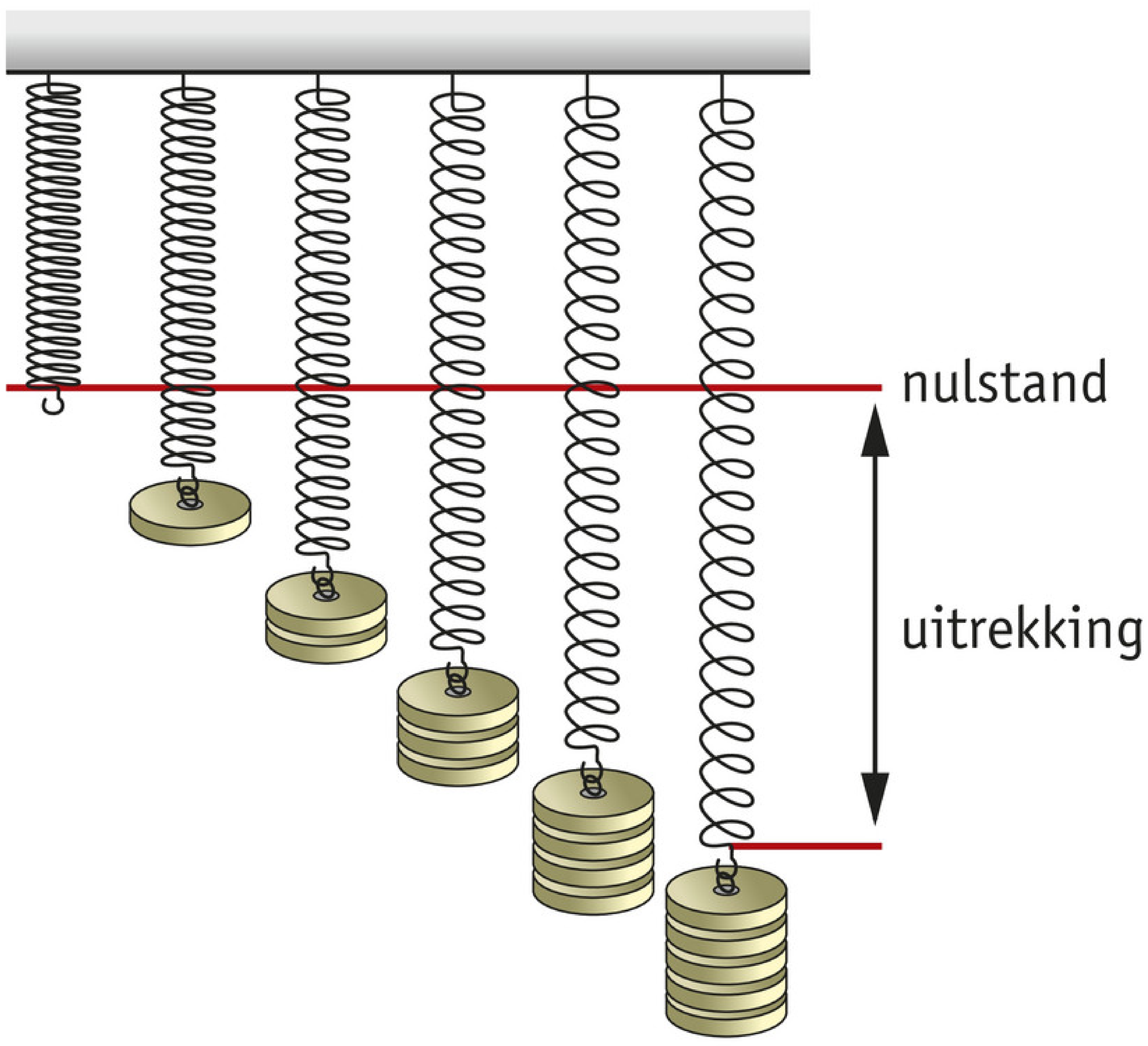
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	10.2.1	10.2.2	10.2.3	10.1.3*
Onthouden	1, 2, 3, 7, 8, 9		11ab, 18	10
Begrijpen		5abc, 6abc		
Toepassen	4		12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 22	
Analyseren		17	21, 23	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Een kracht kun je niet zien, maar wel meten. Een kracht kun je meten met een analoge of een digitale meter.

SPIRAALMETER

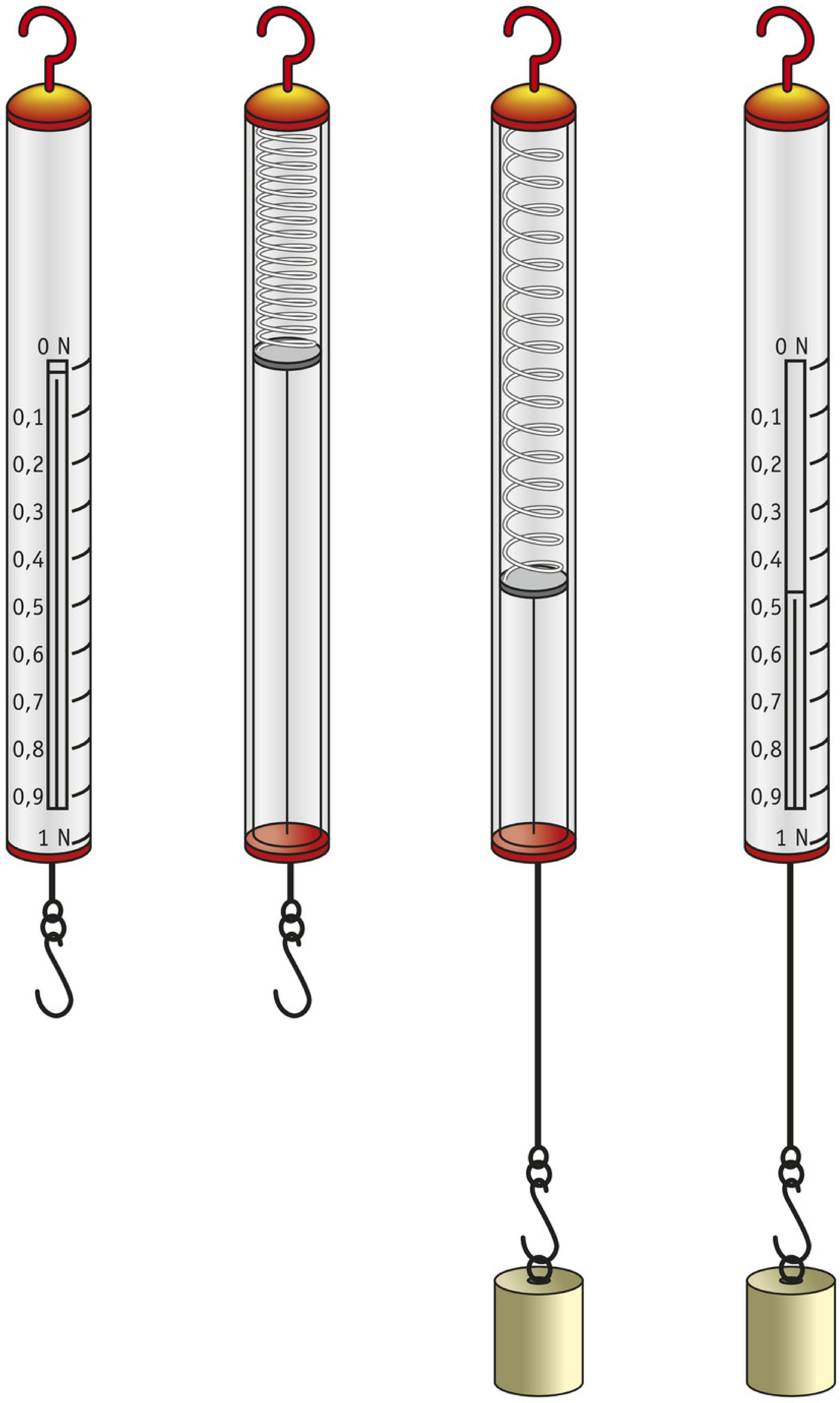
Als je aan een spiraalveer trekt, rekt hij uit. Om de veer uit te rekken, is een kracht nodig. Om de veer verder uit te rekken, is een grotere kracht nodig. De uitrekking zie je als je massablokjes aan een veer hangt (afbeelding 1). Hoe meer blokjes je aan de veer hangt, hoe groter de uitrekking.



afbeelding 1 Hoe groter de kracht, hoe groter de uitrekking.

KRACHTMETER

In een **krachtmeter** zit een spiraalveer (afbeelding 2). Aan de onderkant van de spiraalveer zit een plaatje. Als je een gewichtje aan de spiraalveer hangt, beweegt het plaatje langs een schaalverdeling. Zo geeft het plaatje aan hoe groot de kracht is. Een andere naam voor krachtmeter is **veerunster**.



afbeelding 2 In een krachtmeter zit een veer.

Een veer van dunne draad rekt gemakkelijk uit. Met een dunne veer kun je een kleine kracht nauwkeurig meten. Een veer van dikke draad is moeilijker uit te rekken. Er is meer kracht voor nodig.
Bij nask1 gebruik je daarom drie krachtmeters:

- meters voor krachten van 0 tot 1 N;
- meters voor krachten van 0 tot 5 N;
- meters voor krachten van 0 tot 10 N.

In de krachtmeter voor 0 tot 1 N zit een veer van dunne draad. De wijzer gaat bij een kleine kracht al naar beneden. De krachtmeter voor 0 tot 10 N heeft een veer van dikkere draad. Er is een grotere kracht nodig om de wijzer naar beneden te bewegen.

1 Hoe wordt een krachtmeter met een veer ook wel genoemd?

....

2 Vul de ontbrekende woorden in. Kies uit: *dikke – dunne – schaalverdeling – veer – wijzer.*

In de krachtmeter zit een .... die uitrekt.

De .... schuift langs een ....

De krachtmeter van 1 N heeft een veer van .... draad.

De krachtmeter van 10 N heeft een veer van .... draad.

3 In welke eenheid meet een krachtmeter de kracht?

....

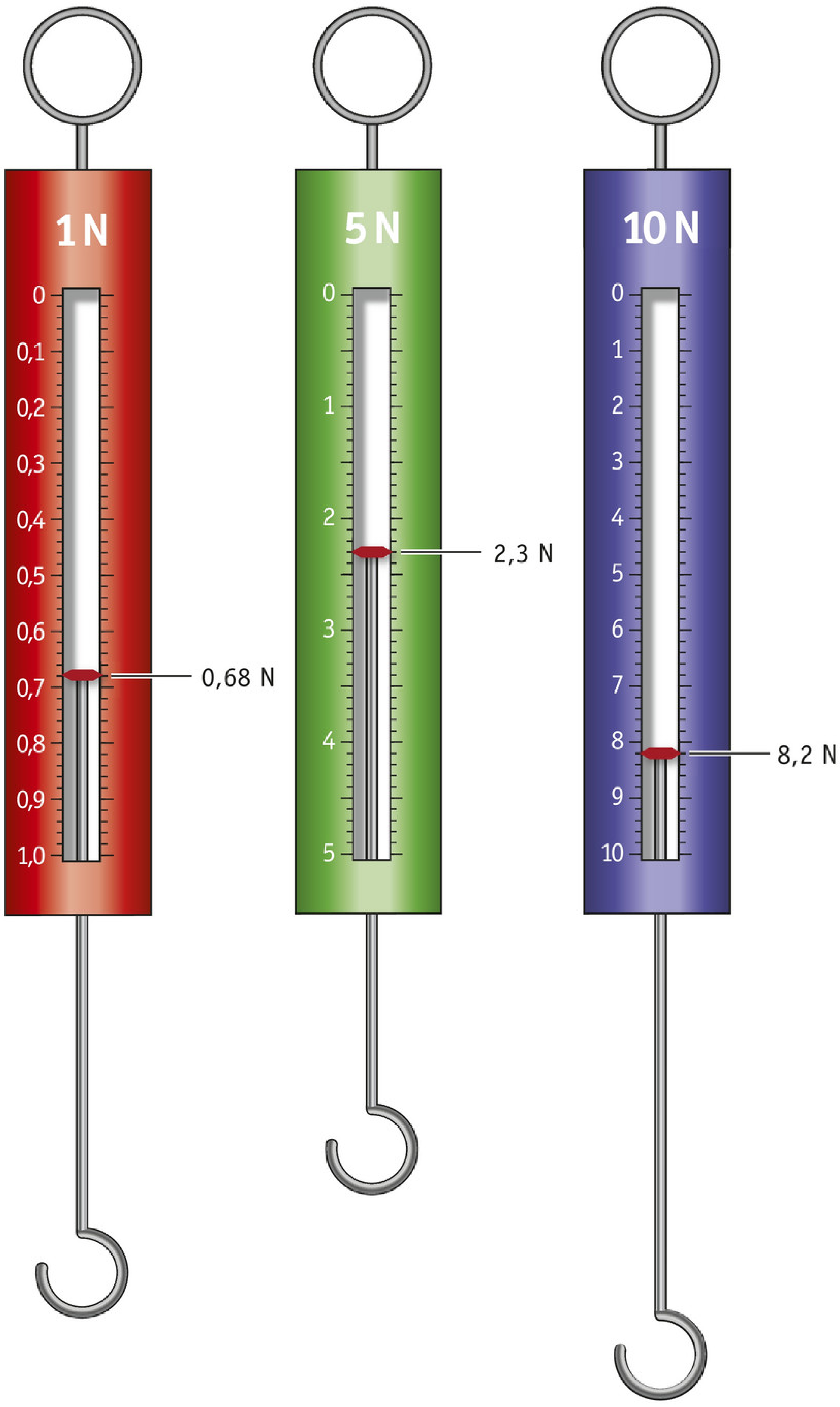
KRACHTMETER AFLEZEN

Met een krachtmeter meet je hoe groot een kracht is. Je leest het aantal newton af op de schaalverdeling. Daarom moet je de schaalverdeling van een krachtmeter goed begrijpen.

In afbeelding 3 zie je drie voorbeelden. Om de meter goed af te lezen, let je op de volgende punten:

- Wat is de grootste kracht die deze meter kan meten?
- Bij welk streepje staat de wijzer?

Let op! De schaalverdeling van een krachtmeter loopt van boven naar beneden.



afbeelding 3 Drie verschillende krachtmeters.

4 Bij natuurkunde worden verschillende krachtmeters gebruikt.
Bij deze meters is de draad van de veer *WEL* / *NIET* even dik.

5 Kijk naar afbeelding 4.

a Bij welke krachten staan de streepjes in afbeelding 4a?

A = ... N

B = ... N

C = ... N

b Bij welke krachten staan de streepjes in afbeelding 4b?

D = ... N

E = ... N

F = ... N

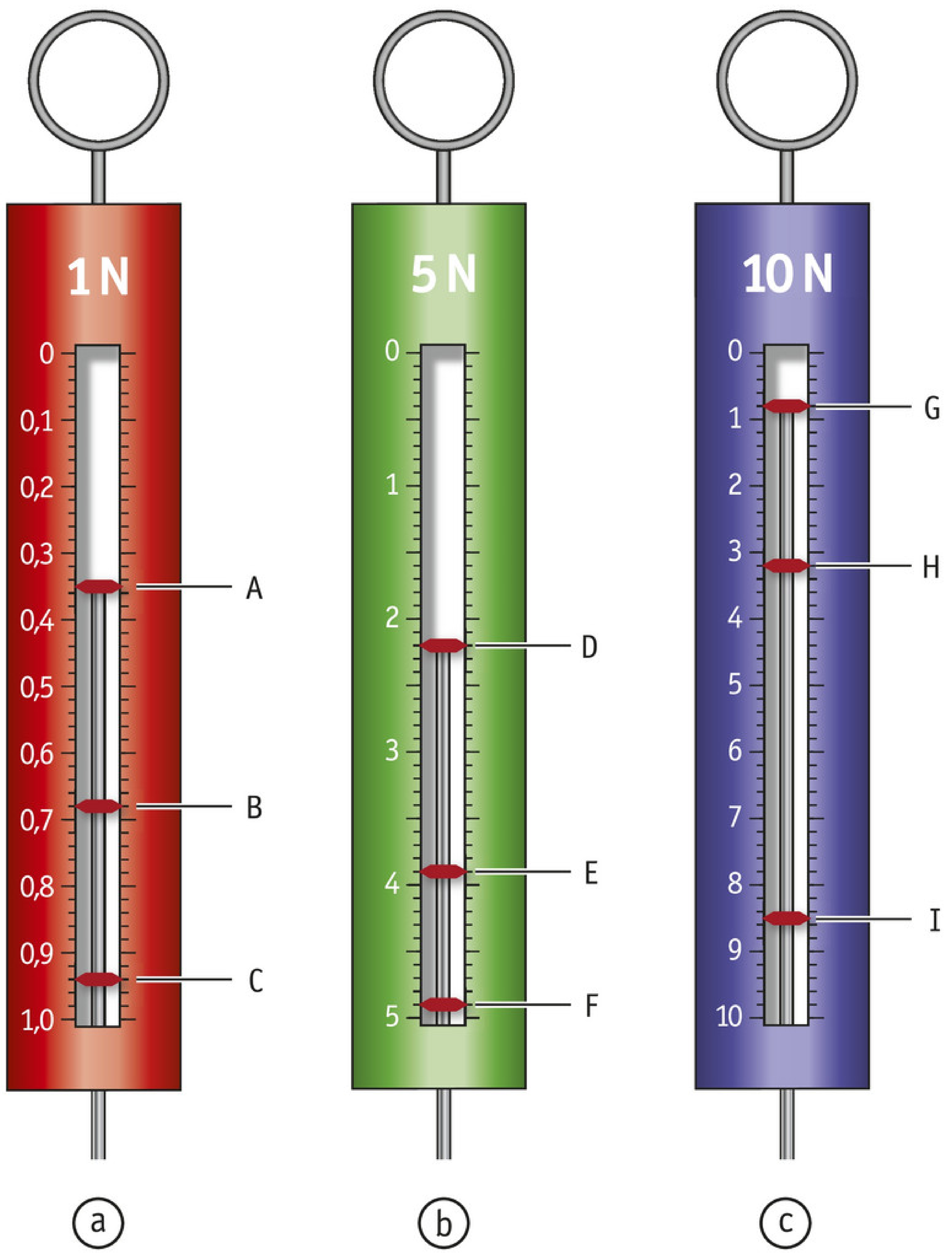
c Bij welke krachten staan de streepjes in afbeelding 4c?

G = ... N

H = ... N

I = ... N

afbeelding 4 Drie krachtmeters aflezen.



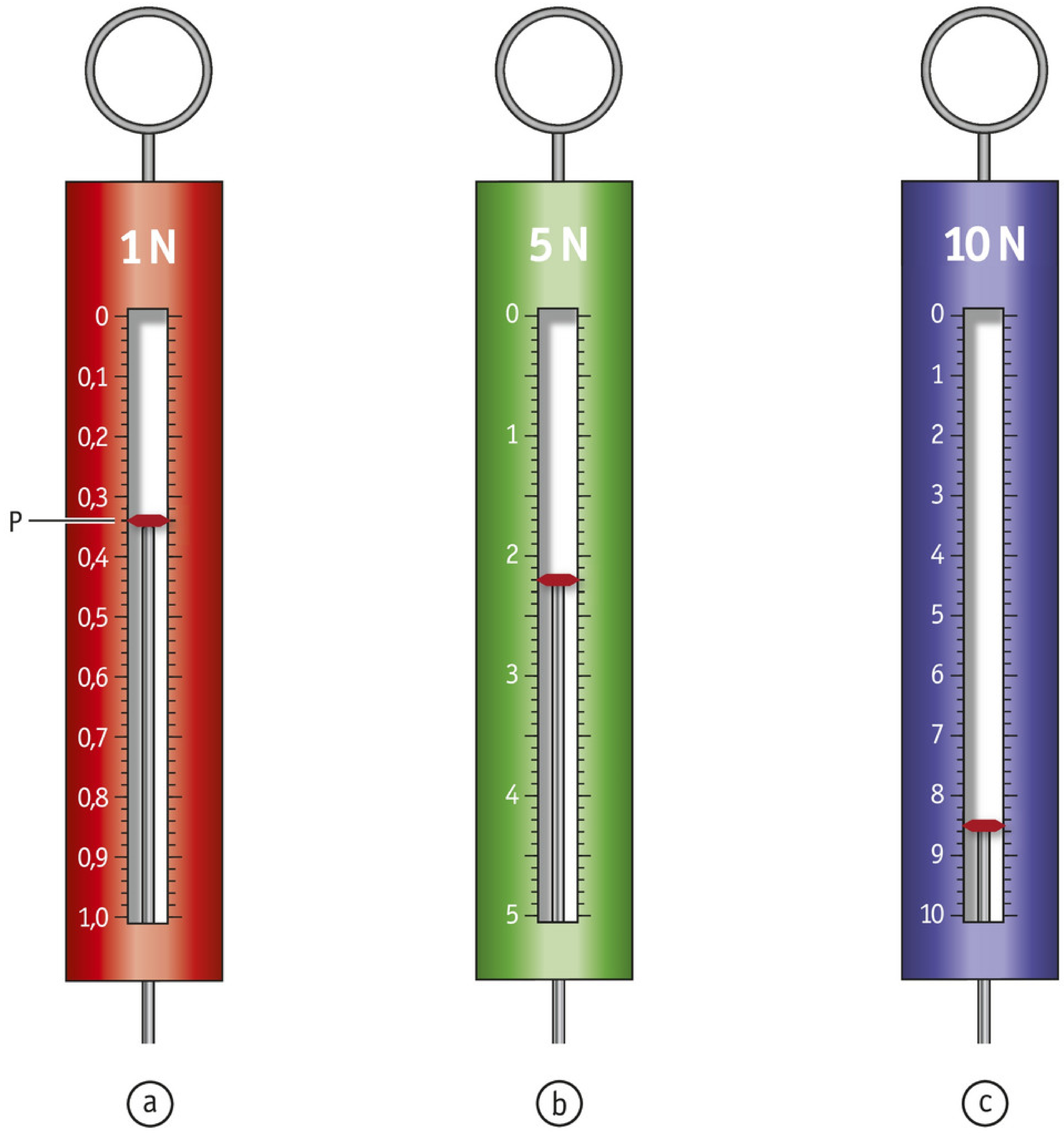
6 In afbeelding 5a is pijl P getekend bij 0,35 N.

a Teken op dezelfde manier de volgende pijlen bij de schaalverdeling:
- pijl 1 bij 0,05 N
- pijl 2 bij 0,64 N
- pijl 3 bij 0,82 N

b Teken in afbeelding 5b de volgende pijlen bij de schaalverdeling:
- pijl 4 bij 0,4 N
- pijl 5 bij 3,2 N
- pijl 6 bij 4,6 N

c Teken in afbeelding 5c de volgende pijlen bij de schaalverdeling:
- pijl 7 bij 0,8 N
- pijl 8 bij 2,3 N
- pijl 9 bij 5,9 N

afbeelding 5 Drie krachtmeters.



KRACHTSENSOR

Krachten kun je ook meten met een digitale krachtmeter of **krachtsensor** (afbeelding 6). In dit meetapparaat zit geen veer, maar een elektronische krachtsensor. Die sensor meet de kracht die erop wordt uitgeoefend.

Sommige krachtsensors zijn aangesloten op een computer. Andere krachtsensors hebben zelf een scherm. Op het scherm kun je de meetwaarde aflezen in N. Een krachtsensor kun je gemakkelijker aflezen dan een krachtmeter met een veer.

afbeelding 6 Digitale krachtmeters met sensors.



a een krachtsensor met een eigen scherm



b een krachtsensor om draadloos of via usb-aansluiting aan te sluiten op een computer

7 Wat is een krachtsensor?

....

....

....

8 Een krachtsensor werkt *WEL* / *NIET* met een veer.

9 Met welke soort krachtmeter kun je het makkelijkst een kracht meten?

○ A een krachtmeter met een veer

○ B een krachtsensor

ZWAARTEKRACHT

Op een boek dat op een tafel ligt, werkt de zwaartekracht. Op een boek dat van een tafel valt, werkt ook de zwaartekracht. Op alle voorwerpen, mensen, dieren en planten op aarde werkt de zwaartekracht. De zwaartekracht werkt altijd recht naar beneden. Het symbool voor zwaartekracht is F_z. De z staat voor zwaartekracht.

Net zoals andere krachten geef je zwaartekracht aan in newton.

Als je de massa van een voorwerp weet, kun je de zwaartekracht berekenen. Daarvoor gebruik je de formule:

zwaartekracht = massa × 10

Je moet de massa invullen in kilogram (kg). Als de massa gegeven is in gram (g), moet je de massa eerst omrekenen naar kg.
1000 g = 1 kg

VOORBEELDOPDRACHT 1

Een courgette heeft een massa van 550 g.
Bereken hoe groot de zwaartekracht is die op de courgette werkt.

gegevens massa = 550 g = 0,550 kg (delen door 1000)

gevraagd zwaartekracht = ? N

uitwerking zwaartekracht = massa × 10
zwaartekracht = 0,550 × 10 = 5,50 N

De zwaartekracht op de courgette is dus 5,50 N.

10 In welke richting werkt de zwaartekracht?
- ○ A naar achteren
- ○ B naar beneden
- ○ C naar boven
- ○ D naar voren

11 **a** Met welke formule kun je de zwaartekracht op een voorwerp berekenen?

....

b In welke eenheid moet je de massa invullen in deze formule?

....

12 Reken de massa in g om naar de massa in kg. Bereken daarna de zwaartekracht in N.
De eerste regel is voorgedaan.

1000 g = 1 kg. Hierop werkt een zwaartekracht van 10 N.

5000 g = ... kg. Hierop werkt een zwaartekracht van .... N.

2000 g = ... kg. Hierop werkt een zwaartekracht van .... N.

8000 g = ... kg. Hierop werkt een zwaartekracht van .... N.

13 De massa van Jari is 56 kg.
Bereken de zwaartekracht die op Jari werkt.

gegevens massa = ... kg

gevraagd zwaartekracht = ? N

uitwerking zwaartekracht = ... × ....

zwaartekracht = ... = ... N

14 Een watermeloen heeft een massa van 2230 g.
Bereken de zwaartekracht die op de watermeloen werkt.

gegevens massa = ... g = ... kg

gevraagd zwaartekracht = ? N

uitwerking zwaartekracht = ...

zwaartekracht = ... = ... N

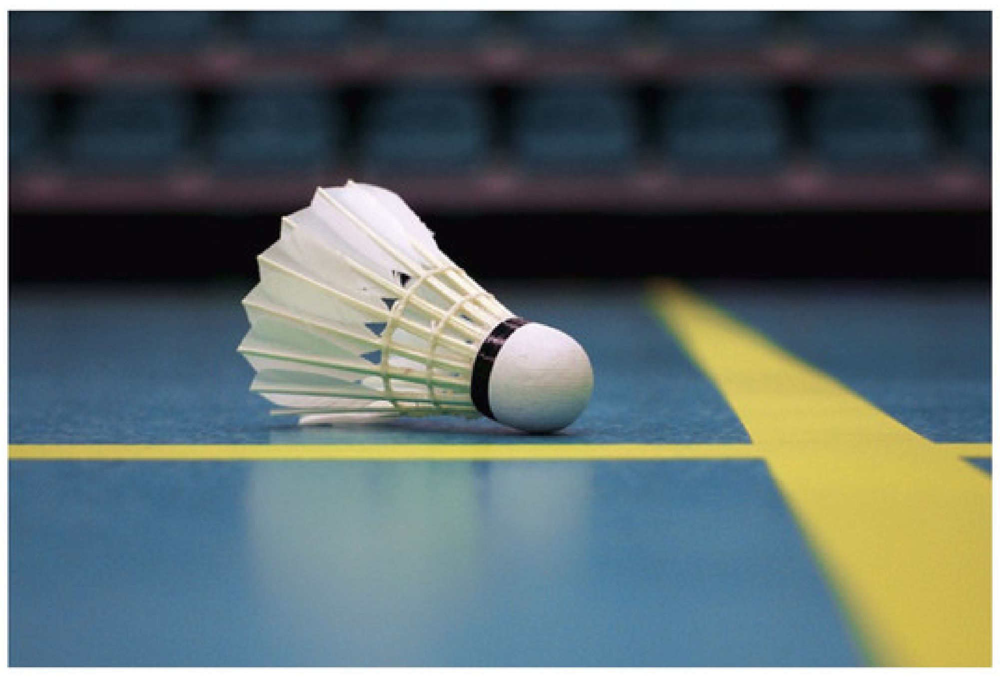
15 Een shuttle voor badminton heeft een massa van 4,8 g (afbeelding 7).
Bereken de zwaartekracht die op de shuttle werkt.

....

....

....

....



afbeelding 7 Een badminton-shuttle.

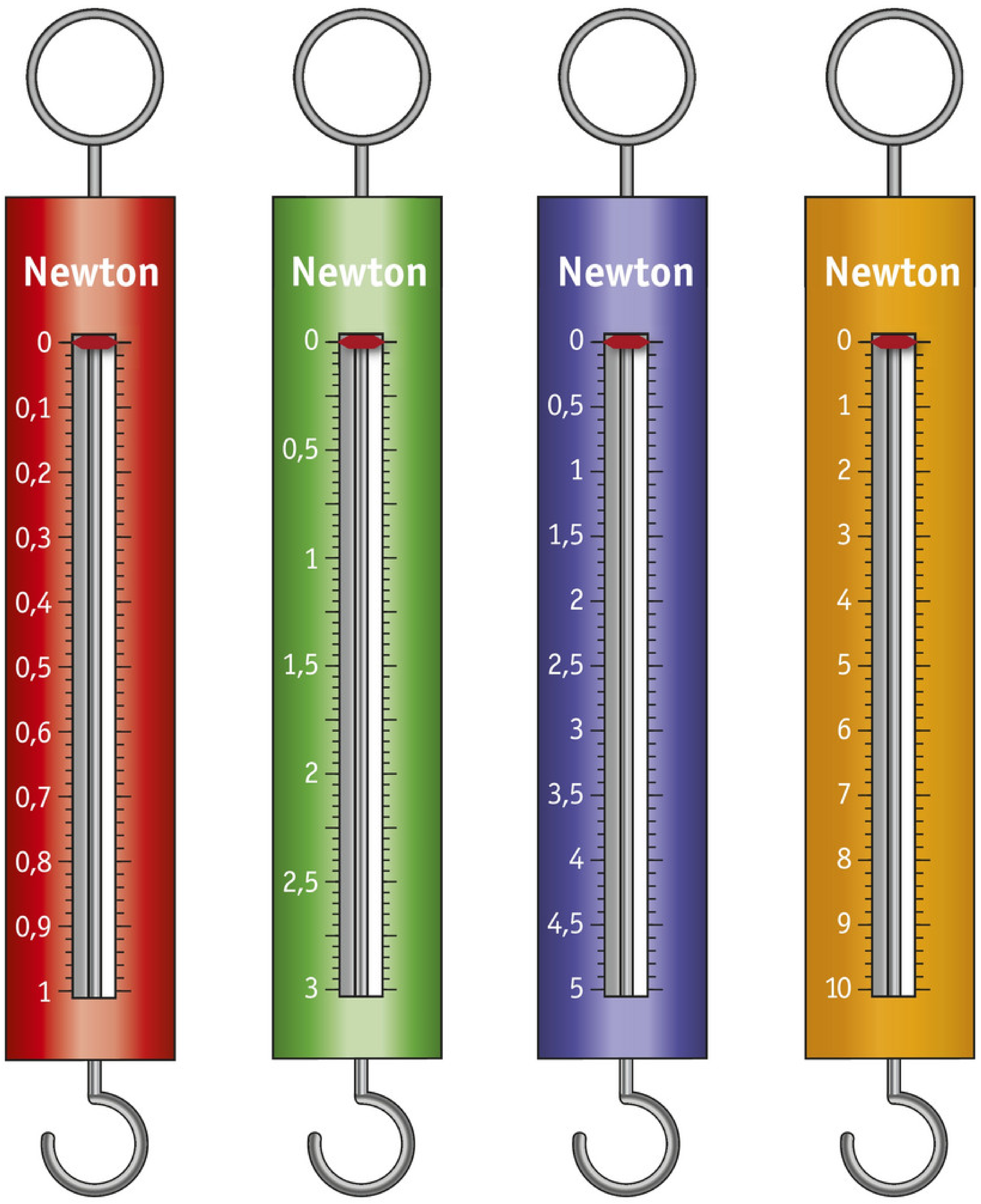
16 In tabel 1 staan voorwerpen. De massa van elk voorwerp staat in de kolom ernaast.
Bereken de zwaartekracht op de voorwerpen. Zet de zwaartekracht in de derde kolom.

tabel 1 Bereken de zwaartekracht.

voorwerp	massa (kg)	zwaartekracht (N)
auto	1120	
fles limonade	1,5	
hond	12	
leraar	78	
zak snoep	0,1	

17 Emiel voert een practicum uit. Hij gebruikt een blokje met een massa van 250 g. Met welke krachtmeter in afbeelding 8 kan hij de zwaartekracht die op het blokje werkt het nauwkeurigst bepalen?

- ○ A met krachtmeter A
- ○ B met krachtmeter B
- ○ C met krachtmeter C
- ○ D met krachtmeter D



afbeelding 8 Vier krachtmeters met verschillende schaalverdelingen.

MASSA

Als je op een weegschaal gaat staan, geeft de weegschaal je massa aan in kilogrammen. In de weegschaal zit een veer of een krachtsensor. De weegschaal is dus een krachtmeter, die aangeeft hoe groot de zwaartekracht is die op je werkt. De weegschaal rekent de zwaartekracht om naar massa.

Weet je de zwaartekracht die op een voorwerp werkt? Dan kun je de massa van dat voorwerp berekenen. Daarvoor gebruik je de formule:

massa = zwaartekracht : 10

VOORBEELDOPDRACHT 2

Jason staat op een weegschaal. De weegschaal meet dat er een zwaartekracht van 660 N op Jason werkt.
Bereken hoe groot de massa van Jason is.

gegevens zwaartekracht = 660 N

gevraagd massa = ? N

uitwerking massa = zwaartekracht : 10
massa = 660 : 10 = 66 kg

De massa van Jason is dus 66 kg.

18 Met welke formule kun je de massa van een voorwerp berekenen, als je de zwaartekracht weet die op het voorwerpt werkt?

....

19 Op Annabel werkt een zwaartekracht van 495 N.
Bereken de massa van Annabel.

gegevens zwaartekracht = ... N

gevraagd massa = ?

uitwerking massa = ... : ....

massa = ... = ...

20 Op een appel werkt een zwaartekracht van 1,63 N.
Bereken de massa van de appel.

gegevens zwaartekracht = ... N

gevraagd massa = ?

uitwerking massa = ... : ....

massa = ... = ...

21 Op een pingpongbal werkt een zwaartekracht van 0,027 N.
Bereken de massa van de pingpongbal in gram.

....

....

....

....

....

22 In tabel 2 staan voorwerpen. De zwaartekracht die op elk voorwerp werkt, staat in kolom 2.
Bereken de massa van de voorwerpen. Schrijf deze in kolom 3.

tabel 2 Bereken de massa.

voorwerp	zwaartekracht (N)	massa (kg)
ei	0,67	
fles bronwater	7,5	
konijn	23	
pak meel	10	
scooter	1180	
zak zand	250	

★ 23 Op een auto werkt een zwaartekracht van 15 kN.
Bereken de massa van de auto.

....

....

....

....

....

ONTHOUD

Kracht meet je met een krachtmeter.
Een andere naam voor krachtmeter is veerunster.
Een krachtsensor is een digitale krachtmeter.

Het symbool voor zwaartekracht is F_z.

De zwaartekracht die op een voorwerp werkt, bereken je met de formule:
zwaartekracht = massa × 10

Als je de zwaartekracht op een voorwerp weet, kun je de massa uitrekenen met de formule:
massa = zwaartekracht : 10

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Hefbomen

LEERDOELEN

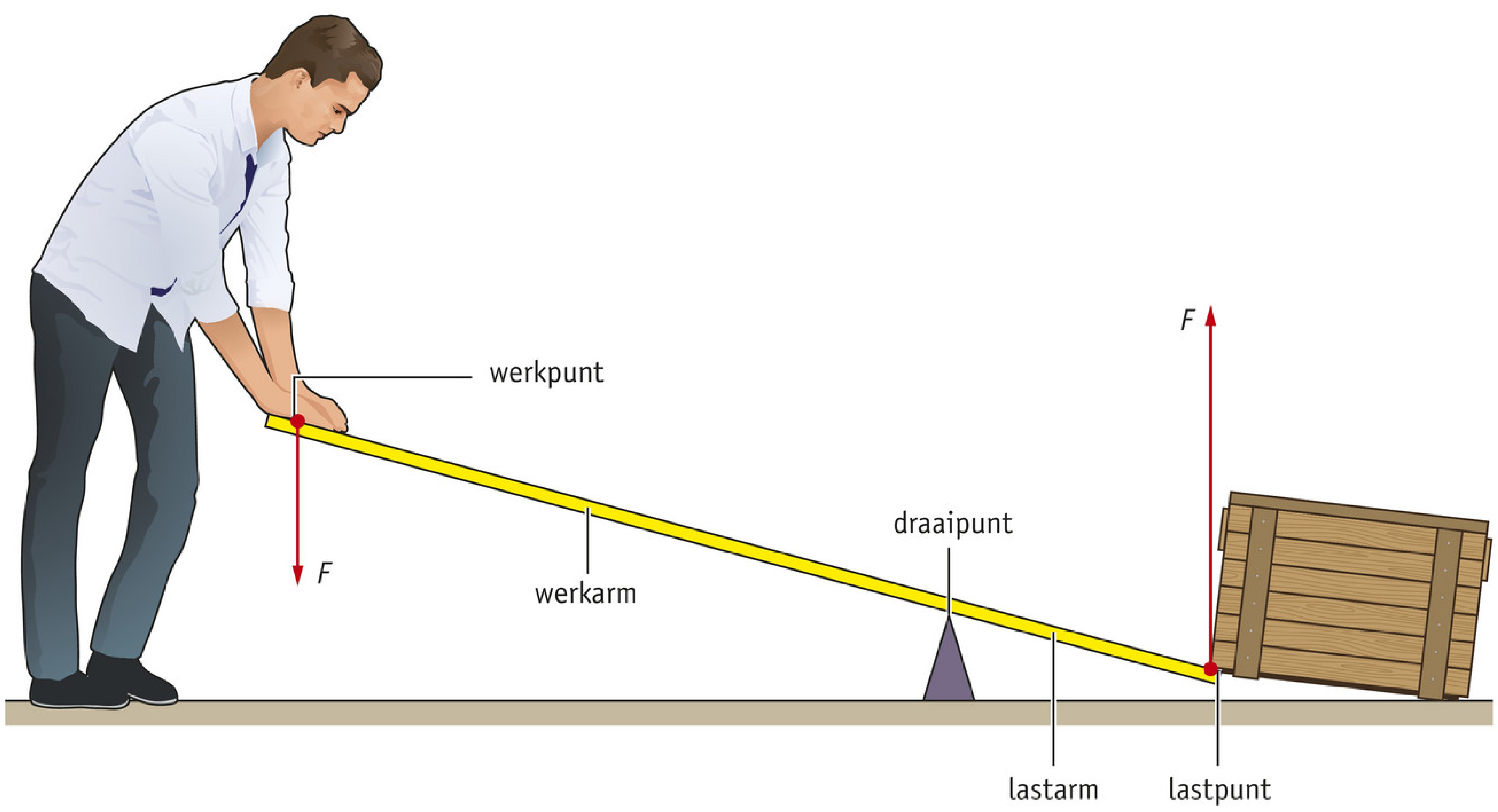
10.3.1 Je kunt voorbeelden noemen van hefbomen.
10.3.2 Je kunt van een hefboom het draaipunt, de werkarm en de lastarm benoemen.
10.3.3 Je kunt uitleggen hoe een hefboom de kracht vergroot.
10.3.4 Je kunt de krachtvergroting berekenen van een hefboom.
10.3.5 Je kunt soorten hefbomen van elkaar onderscheiden.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	10.3.1	10.3.2	10.3.3	10.3.4	10.3.5
Onthouden	3	2	4	7	
Begrijpen		6a, 14b	1, 6b		
Toepassen		5, 14a		8, 9, 12ab, 13ab	10, 11
Analyseren			14c, 15ab		

Een hefboom is een hulpmiddel om een kracht te vergroten. Er zijn verschillende soorten hefbomen.

KRACHT VERGROTEN

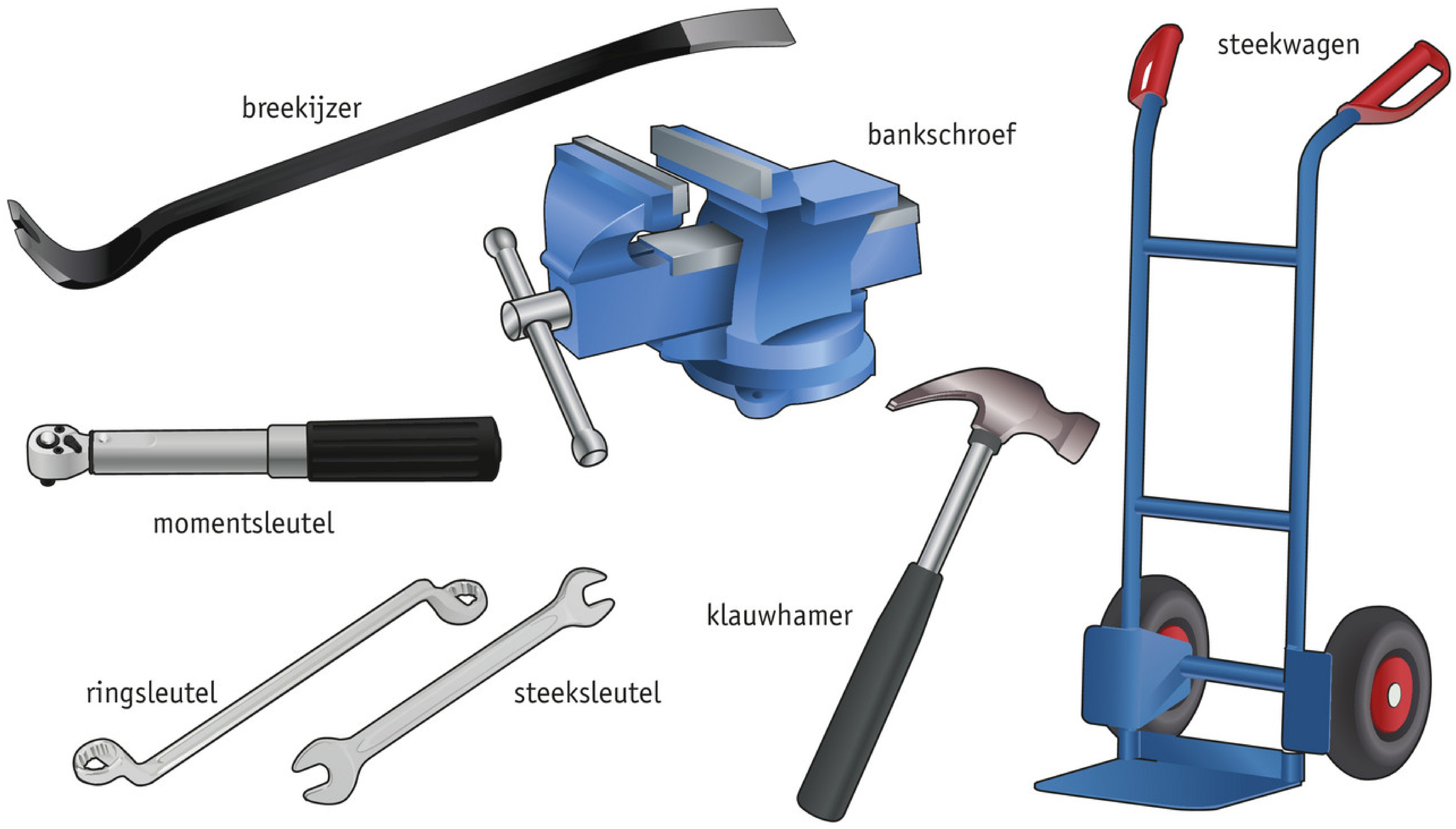
Om je kracht te vergroten gebruik je een werktuig. In afbeelding 1 zie je hoe Rodney een plank als werktuig gebruikt om een kist op te tillen. De plank is hier een **hefboom**. De hefboom heeft een lange arm, een korte arm en een **draaipunt**. Op de lange arm oefent Rodney een kracht uit. Deze kracht noem je de **werkkracht**. Het punt waar de werkkracht aangrijpt noem je het **werkpunt**. Met de korte arm breng je de kracht over op de **last**. Het punt waar de last aangrijpt noem je het **lastpunt**.



afbeelding 1 Een hefboom heeft een lange arm en een korte arm.

Op de lange arm in afbeelding 1 werkt de kleinste kracht. Op de korte arm werkt de grootste kracht. In afbeelding 1 kun je dit zien aan de lengte van de pijlen. De lange arm is de afstand tussen het werkpunt en het draaipunt. Deze afstand noem je de **werkarm**. De korte arm is de afstand tussen het lastpunt en het draaipunt. Deze afstand noem je de **lastarm**.

In afbeelding 2 zie je allerlei hefbomen. Al deze hefbomen hebben een lange werkarm en een korte lastarm. Op de werkarm oefen je de kracht uit. Met de lastarm zet je kracht op een voorwerp.



afbeelding 2 Verschillende hefbomen.

1 Je gebruikt een klauwhamer om een spijker uit een plank te trekken.
De klauwhamer gebruik je om je kracht te *VERGROTEN* / *VERKLEINEN*.

2 Welke drie onderdelen heeft een hefboom altijd?

....

....

....

3 Schrijf drie voorbeelden op van hefbomen.

....

....

....

4 Op een hefboom werken een grote kracht en een kleine kracht.
Je wilt de kracht vergroten.
De kleine kracht moet dan werken op de *KORTE* / *LANGE* arm van de hefboom.

5 De steekwagen in afbeelding 3 is een hefboom.
Geef met een rode stip het draaipunt van de hefboom aan.

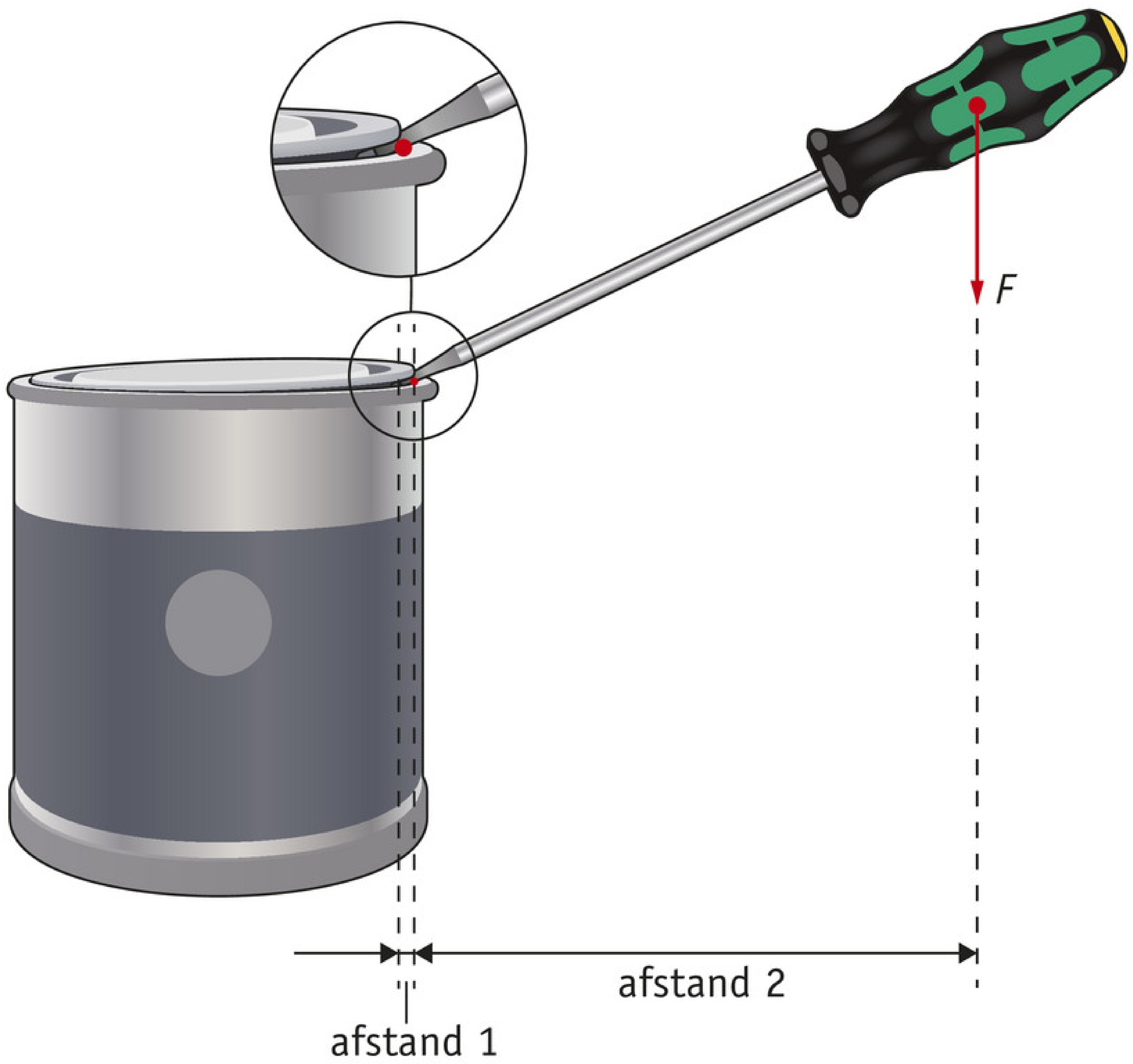


afbeelding 3 Ook een steekwagen is een hefboom.

6 Anne maakt met de schroevendraaier in afbeelding 4 een verfblik open. Ze gebruikt de schroevendraaier als hefboom. De rode stip is het draaipunt.

a Welke afstand is de werkarm?
De werkarm is *AFSTAND 1* / *AFSTAND 2*.

b De kracht van Anne wordt door de hefboom *VERGROOT* / *VERKLEIND*.

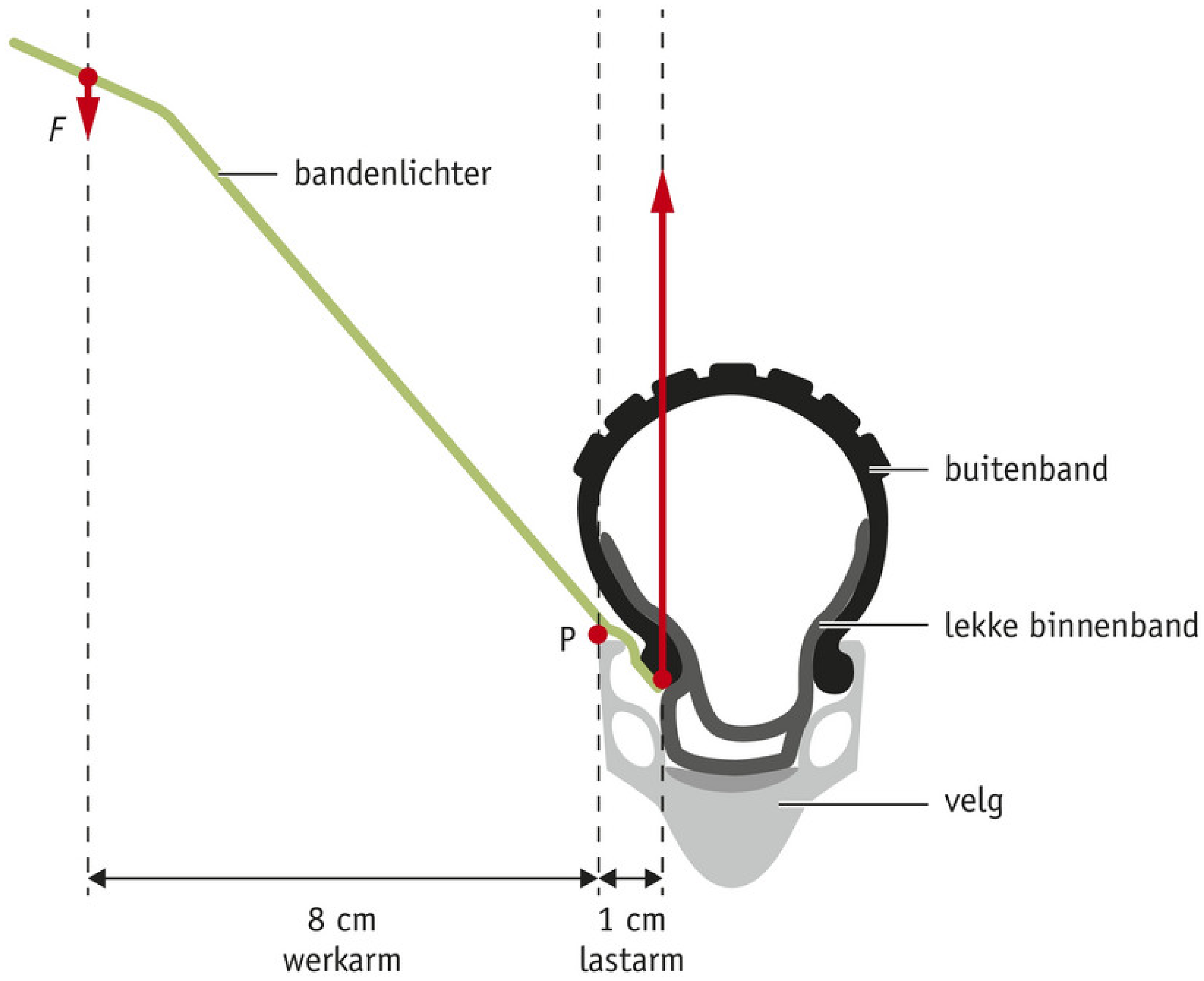


afbeelding 4 Een verfblik openen met een schroevendraaier.

KRACHTVERGROTING BEREKENEN

Een fietsenmaker wil de band van een fiets lichten. Hij gebruikt een bandenlichter als hefboom. Door de bandenlichter kan hij meer kracht uitoefenen op de band (afbeelding 5). De bandenlichter draait op de velg. Dat is het draaipunt (P). De fietsenmaker duwt op het krachtpunt.

Bij hefbomen zorg je ervoor dat de werkarm groot is en de lastarm klein. Bij de bandenlichter in afbeelding 5 is de werkarm 8 cm. De lastarm is 1 cm.



afbeelding 5 Een band uit een velg lichten.

Nu kun je berekenen hoeveel keer de bandenlichter de kracht vergroot. De krachtvergroting bereken je met de formule:

krachtvergroting = werkarm : lastarm

VOORBEELDOPDRACHT 1

Met de bandenlichter in afbeelding 5 vergroot je je spierkracht.
Bereken hoeveel keer de werkkracht wordt vergroot.

gegevens werkarm = 8 cm
lastarm = 1 cm

gevraagd krachtvergroting = ?

uitwerking krachtvergroting = werkarm : lastarm
krachtvergroting = 8 : 1 = 8

De werkkracht wordt dus 8× vergroot.

Weet je hoe groot de werkkracht is, dan kun je uitrekenen hoe groot de last is met de formule:

last = werkkracht × krachtvergroting

VOORBEELDOPDRACHT 2

Een fietsenmaker duwt met een kracht van 110 N tegen de bandenlichter in afbeelding 5.
Bereken hoe groot de last is.

gegevens werkkracht = 110 N
krachtvergroting = 8

gevraagd last = ?

uitwerking last = werkkracht × krachtvergroting
last = 110 × 8 = 880 N

De last is dus 880 N.

PROEF 1 DE GROOTTE VAN DE KRACHTARM ONDERZOEKEN

25 minuten

Wat je nodig hebt

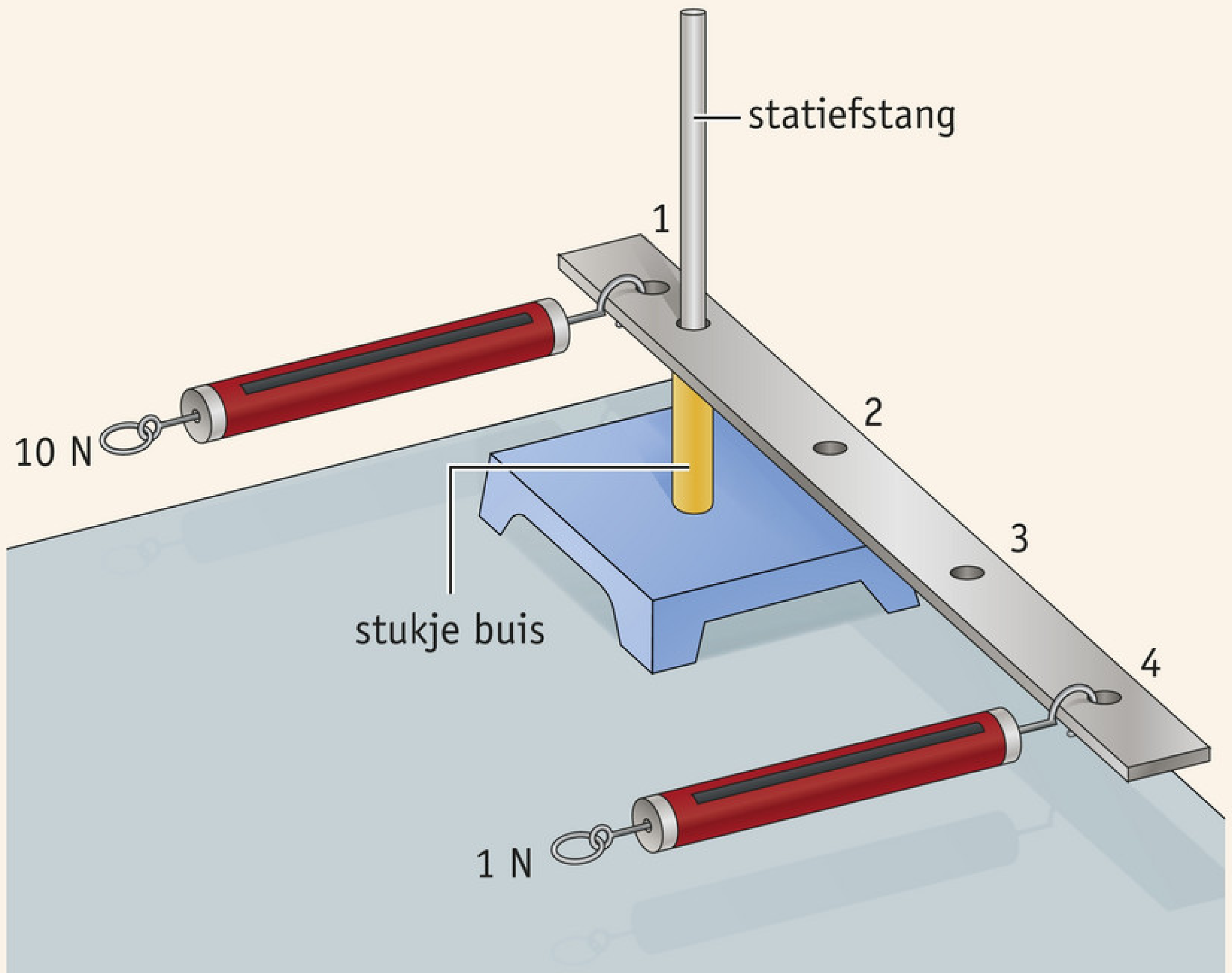
- ☐ statief
- ☐ stalen strip met één groot gat en vier kleine gaatjes
- ☐ buis van 5 cm (bijvoorbeeld elektrobuis met een diameter van 15 mm)
- ☐ lijmklem
- ☐ krachtmeter van 1 N
- ☐ krachtmeter van 10 N
- ☐ meetlat van 30 cm

Uitvoeren en uitwerken

Voer deze proef samen met een klasgenoot uit.

- Zet het statief met een lijmklem vast op het tafelblad.
- Schuif het stukje buis over de statiefstang (afbeelding 6).

Het grote gat in de strip is het draaipunt van de hefboom.
Aan de ene kant heeft de strip één gat op 2 cm afstand van het draaipunt.
Aan de andere kant heeft de strip drie gaten op 10, 20 en 30 cm van het draaipunt.



afbeelding 6 De opstelling van proef 1.

- Meet de afstand van het midden van gaatje 1 tot het midden van het draaipunt. Dit is de lastarm.

1 Hoe lang is de lastarm?

De lastarm is .... cm.

- Noteer deze afstand in kolom 3 van alle drie de metingen van tabel 1.

tabel 1 De meetgegevens van proef 1.

meting	werkarm (cm)	lastarm (cm)	krachtvergroting	last (N)	werkkracht (N)	last groter dan werkkracht
1						
2						
3						

- Schuif de strip met het grote gat over de statiefstang.

Meting 1
- Doe de krachtmeter van 10 N in gaatje 1 van de hefboom.
- Doe de krachtmeter van 1 N in gaatje 2.
- Leerling 1 trekt voorzichtig aan de krachtmeter van 1 N tot deze 0,5 N aanwijst.
- Leerling 2 trekt tegelijk aan de krachtmeter van 10 N, zodat de hefboom in evenwicht blijft.
- Kijk hoeveel N de krachtmeters aangeven.

Let op! De hefboom is in evenwicht als de strip niet draait.

2 Wat geeft de krachtmeter van leerling 2 aan?

De krachtmeter (de last) geeft .... N aan.

3 Wat geeft de krachtmeter van leerling 1 aan?

De krachtmeter (de werkkracht) geeft .... N aan.

- Meet de lengte van de werkarm.

4 Hoe lang is de werkarm?

De werkarm is .... cm.

- Noteer deze drie meetwaarden van meting 1 op de juiste plaats in tabel 1.

Meting 2
- Doe de krachtmeter van 1 N nu in gaatje 3.
- Herhaal de proef. Doe alles net zoals bij meting 1.
- Noteer je meetwaarden op de juiste plaats in tabel 1.

Meting 3
- Doe de krachtmeter van 1 N nu in gaatje 4.
- Herhaal de proef. Doe alles net zoals bij meting 1.
- Noteer je meetwaarden op de juiste plaats in tabel 1.

Uitwerking
- Bereken nu de krachtvergroting van alle drie de metingen. Gebruik hiervoor de formule:
  krachtvergroting = werkarm : lastarm
- Vul de uitkomsten in kolom 4 van tabel 1 in.
- Bereken nu hoeveel de last groter is dan de werkkracht bij de drie metingen. Deel hiervoor de last door de werkkracht. Gebruik hierbij de formule:
  hoeveel keer de last groter is dan de werkkracht = last : werkkracht
- Vul de uitkomsten in kolom 7 van tabel 1 in.

5
a Vergelijk voor nu bij elke meting de waarden van kolom 4 en 7.
De waarden van kolom 4 en 7 zijn *WEL* / *NIET* gelijk.
b Weet je de lengte van de werkarm en de lastarm?
Dan kun je *WEL* / *NIET* de krachtvergroting berekenen.

- Ruim alles netjes op.

7 Hoe bereken je de krachtvergroting van een hefboom?

....

8 Een brandweerman maakt een deur open met een breekijzer. De lange arm van het breekijzer is 80 cm. De korte arm is 5 cm.
Bereken de krachtvergroting door het breekijzer.

gegevens werkarm = ...

lastarm = ...

gevraagd krachtvergroting = ?

uitwerking krachtvergroting = ...

krachtvergroting = ...

9 Joep maakt een verfpot open met een schroevendraaier. De krachtvergroting is 25. Hij duwt met een kracht van 60 N op het krachtpunt.
Hoe groot is de kracht op het deksel van de verfpot?

gegevens krachtvergroting = ...

werkkracht = ...

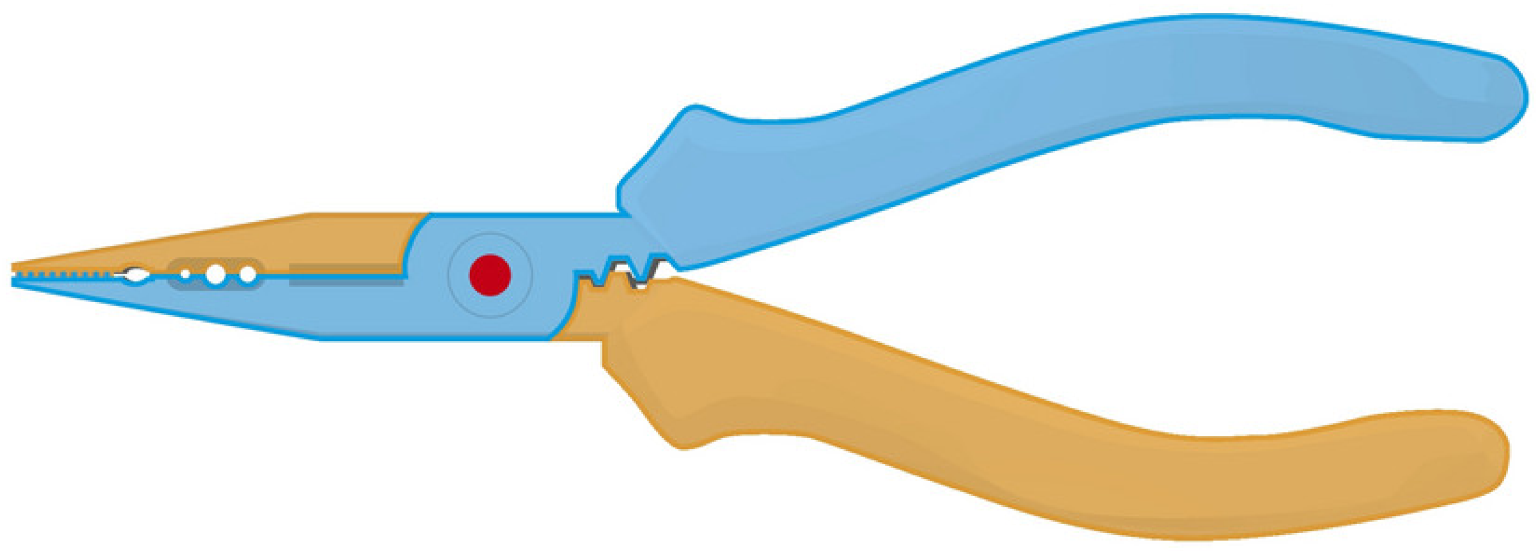
gevraagd last = ...

uitwerking last = ...

last = ... = ...

DUBBELE HEFBOMEN

Een bandenlichter is een voorbeeld van een **enkele hefboom**. Andere voorbeelden van enkele hefbomen zijn een steeksleutel en een koevoet. Tangen en scharen bestaan uit twee hefbomen die om hetzelfde draaipunt draaien. In afbeelding 7 zie je zo'n **dubbele hefboom**. De ene hefboom is geel, de andere hefboom is blauw. Beide hefbomen draaien rond de rode stip: het draaipunt.



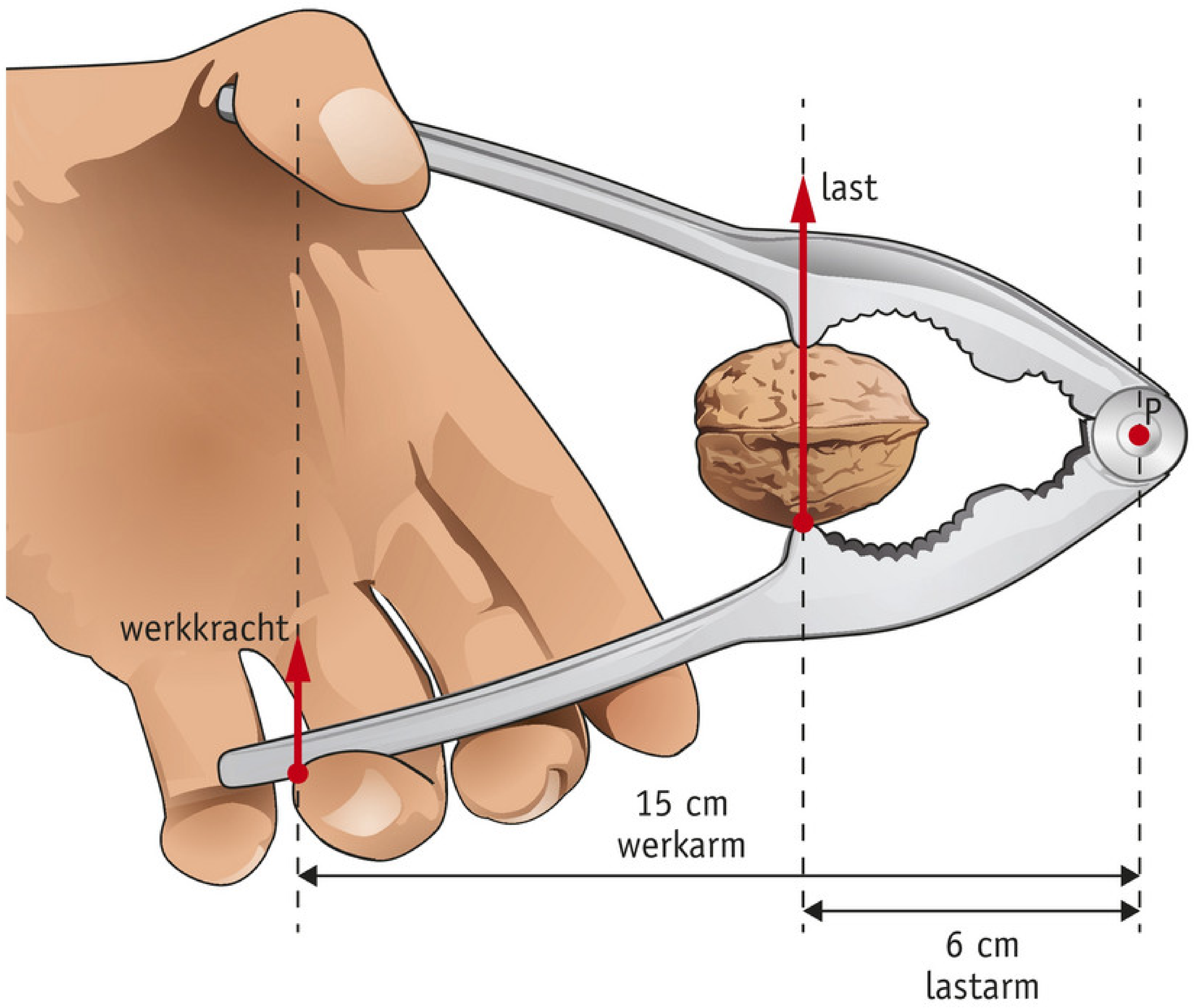
afbeelding 7 Een dubbele hefboom: de mechanicatang.

HEFBOMEN MET HET DRAAIPUNT AAN HET UITEINDE

Bij veel hefbomen ligt het draaipunt tussen het werkpunt en het lastpunt. Maar er zijn ook hefbomen waarbij het draaipunt aan het uiteinde zit. Dat zie je bij de notenkraker in afbeelding 8. Het lastpunt ligt hier tussen het werkpunt en het draaipunt (P). Ook bij deze soort hefbomen en bij dubbele hefbomen kun je berekenen hoeveel keer de werkkracht wordt vergroot met formule:

krachtvergroting = werkarm : lastarm

Let er wel op dat je de armen juist meet:
- de werkarm van het werkpunt tot het draaipunt;
- de lastarm van het lastpunt tot het draaipunt (afbeelding 8).



afbeelding 8 Een notenkraker.

VOORBEELDOPDRACHT 3

Met de notenkraker in afbeelding 8 vergroot je je spierkracht.
Bereken hoeveel keer de werkkracht vergroot wordt.

gegevens werkarm = 15 cm
lastarm = 6 cm

gevraagd krachtvergroting = ?

uitwerking krachtvergroting = werkarm : lastarm
krachtvergroting = 15 : 6 = 2,5

De werkkracht wordt dus 2,5× vergroot.

10 Je ziet drie afbeeldingen van hefbomen.
Koppel elke afbeelding aan de juiste soort hefboom.

A kruiwagen  ○ ○ 1 dubbele hefboom

B schaar  ○ ○ 2 enkele hefboom

C waterpomp  ○ ○ 3 hefboom met het draaipunt aan het uiteinde

11 In afbeelding 9 wordt op twee manieren een kroonkurk van een fles gehaald.
In afbeelding *9a* / *9b* wordt de flessenopener gebruikt als hefboom, met het draaipunt aan het uiteinde.

afbeelding 9 Op twee manieren een kroonkurk van een fles halen.



ⓐ



ⓑ

12 Janice knipt met de snoeischaar van afbeelding 10 een takje door.

a Bereken hoeveel keer de werkkracht vergroot wordt.

gegevens werkarm = ...

lastarm = ...

gevraagd krachtvergroting = ?

uitwerking krachtvergroting = ... : ....

krachtvergroting = ... : .... = ...

b Janice knijpt met 50 N in het handvat bij punt W (werkkracht).
Bereken hoeveel de last in lastpunt L is.

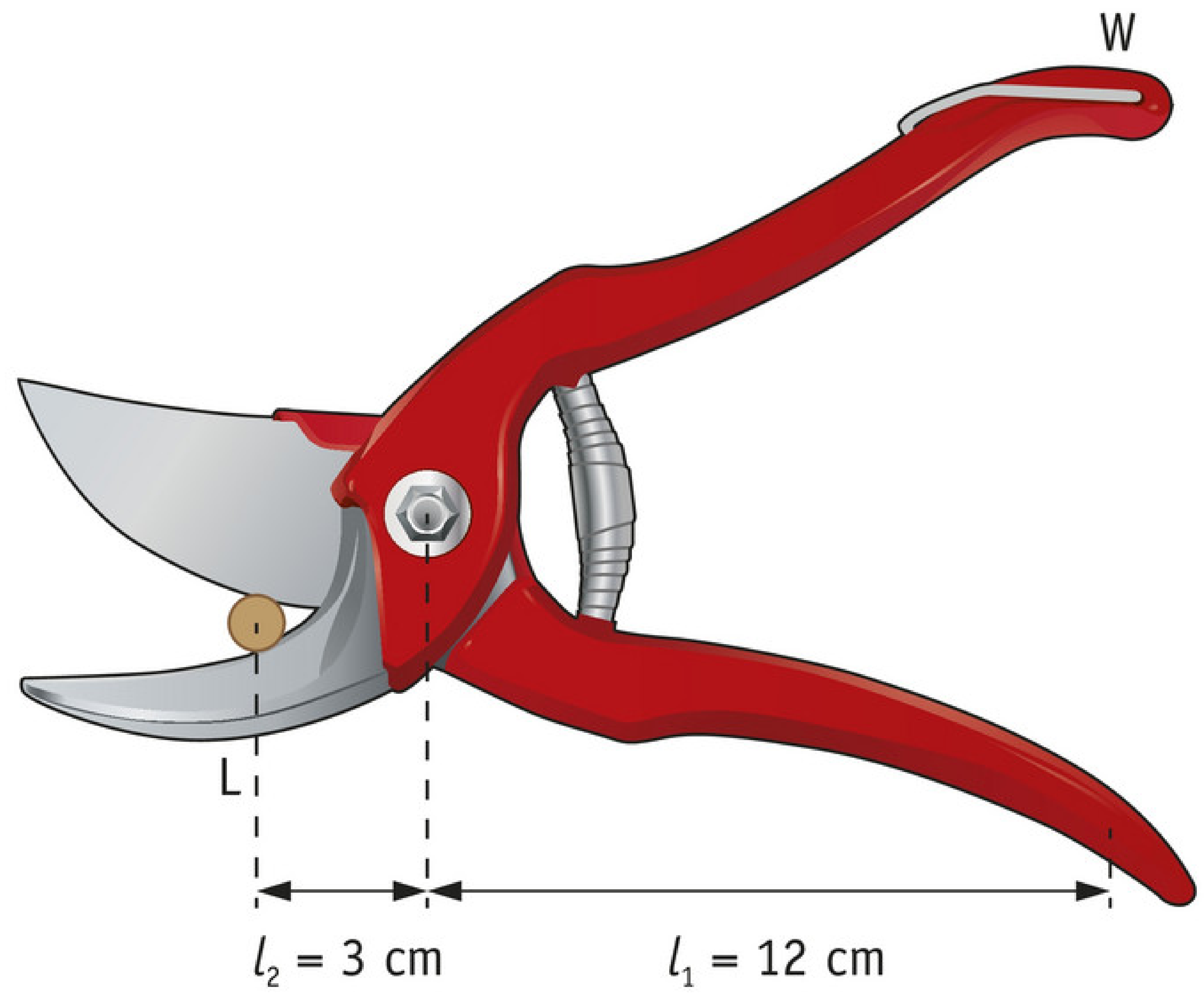
gegevens werkkracht = ...

krachtvergroting = ...

gevraagd last = ?

uitwerking last = ... × ....

last = ... × .... = ...



afbeelding 10 Met een snoeischaar knipt Janice een takje door.

13 Een kok perst een teentje knoflook met een knoflookpers.
Hij knijpt in punt W met een kracht van 30 N (afbeelding 11). De knoflook wordt geperst in punt L.

a Bereken hoeveel keer de werkkracht vergroot wordt.

....

....

....

....

....

....

b Bereken met hoeveel kracht de knoflook geperst wordt in punt L.

....

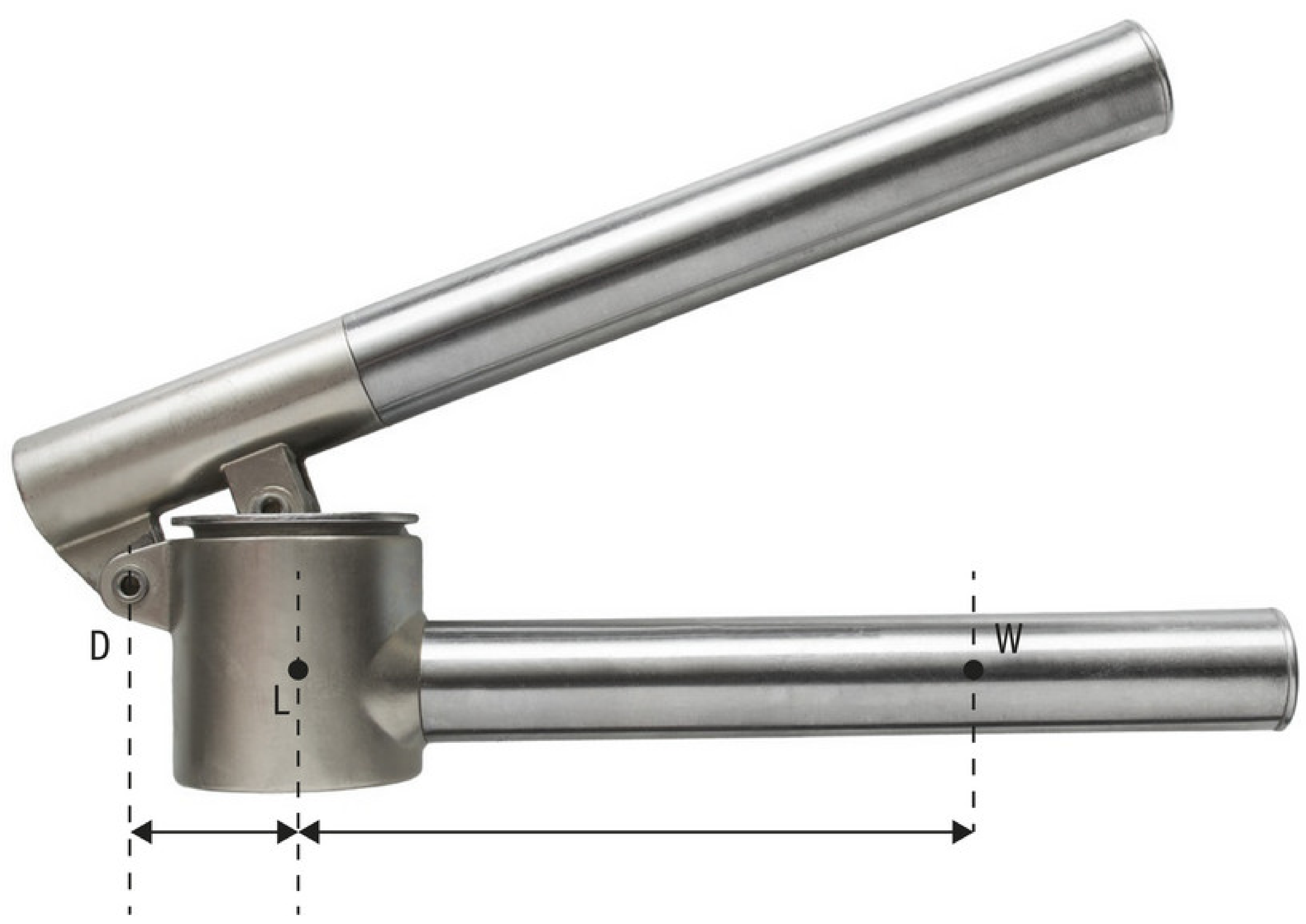
....

....

....

....

....



afbeelding 11 Knoflook persen met een knoflookpers.

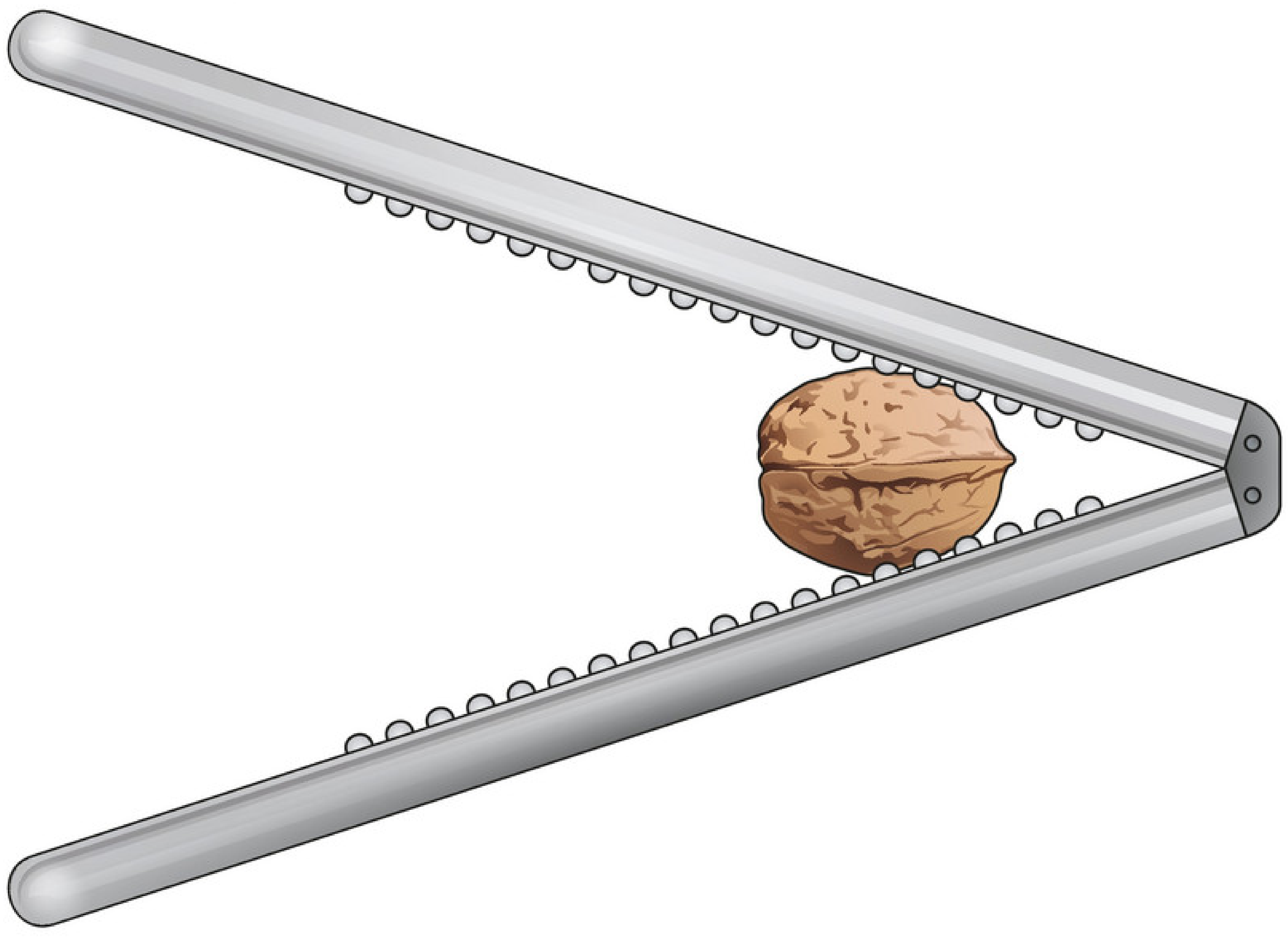
14 Sommige noten zijn keihard. Ze zijn moeilijk te kraken. In afbeelding 12 zijn twee manieren getekend om een noot met een notenkraker te kraken. Je knijpt bij beide manieren op dezelfde plaats in de notenkraker.

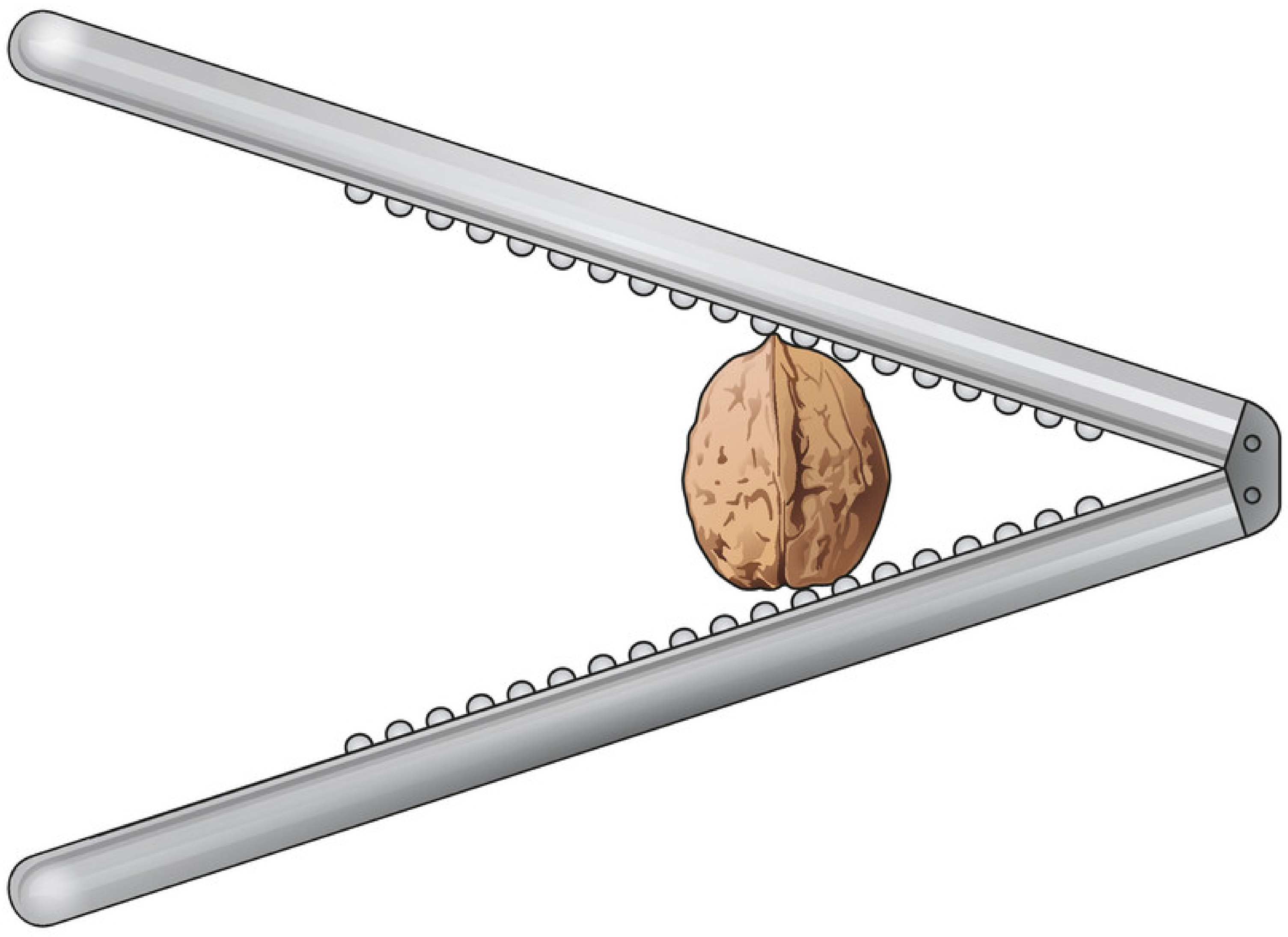
a Teken in beide notenkrakers met rode stippen de lastpunten.

b Bij welke notenkraker is de lastarm het kleinst?
Bij afbeelding *12a* / *12b* is de lastarm het kleinst.

c Met welke notenkraker kraak je de noot het gemakkelijkst?
Met afbeelding *12a* / *12b* kraak je de noot het gemakkelijkst.

afbeelding 12 Hoe kraak je een harde noot?





★ 15 In afbeelding 13 zie je een deel van twee deuren. De deuren sluiten op dezelfde manier. Eén deur heeft een klink, de andere deur heeft een draaiknop.

a Welke deur krijg je het gemakkelijkst open?

- ○ A de deur met de klink
- ○ B de deur met de draaiknop
- ○ C beide deuren even gemakkelijk

b Leg je antwoord bij vraag a uit.

....

....

afbeelding 13 Twee verschillende deuren.



ⓐ



ⓑ

ONTHOUD

Elke hefboom heeft een draaipunt, een werkarm en een lastarm.

Met een hefboom kun je de kracht vergroten.
Op de werkarm (de lange arm) werkt een kleine kracht.
Op de lastarm (de korte arm) werkt een grote kracht.

Je kunt de krachtvergroting van een hefboom berekenen met de formule:
krachtvergroting = werkarm : lastarm

De last kun je berekenen met de formule:
last = werkkracht × krachtvergroting

Er zijn verschillende soorten hefbomen:
- enkele hefbomen;
- dubbele hefbomen;
- hefbomen met het draaipunt aan het uiteinde.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Katrollen en takels

LEERDOELEN

10.4.1 Je kunt het verschil tussen een vaste katrol en een losse katrol beschrijven.
10.4.2 Je kunt vaste en losse katrollen herkennen in toepassingen.
10.4.3 Je kunt uitleggen hoe de kracht bij een takel wordt verminderd.
10.4.4 Je kunt berekenen hoeveel touw je bij een takel moet inhalen.

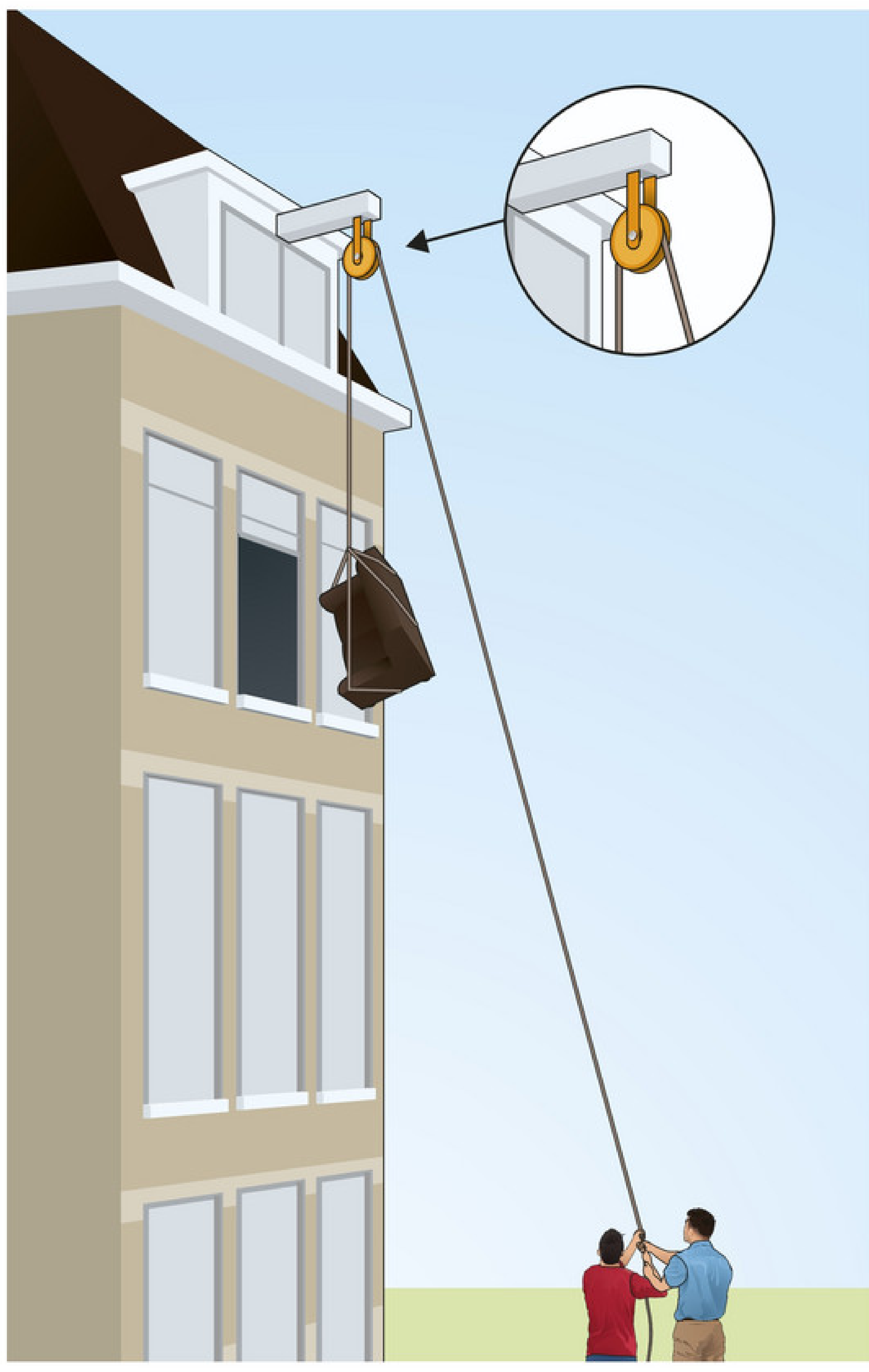
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	10.4.1	10.4.2	10.4.3	10.4.4	10.1.6*	10.2.3*
Onthouden	1ab		6			
Begrijpen	2, 3b, 10a	3a	5, 7			
Toepassen	3c, 4bcd		8abc, 9a	11	9bc	4a
Analyseren				10b		

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

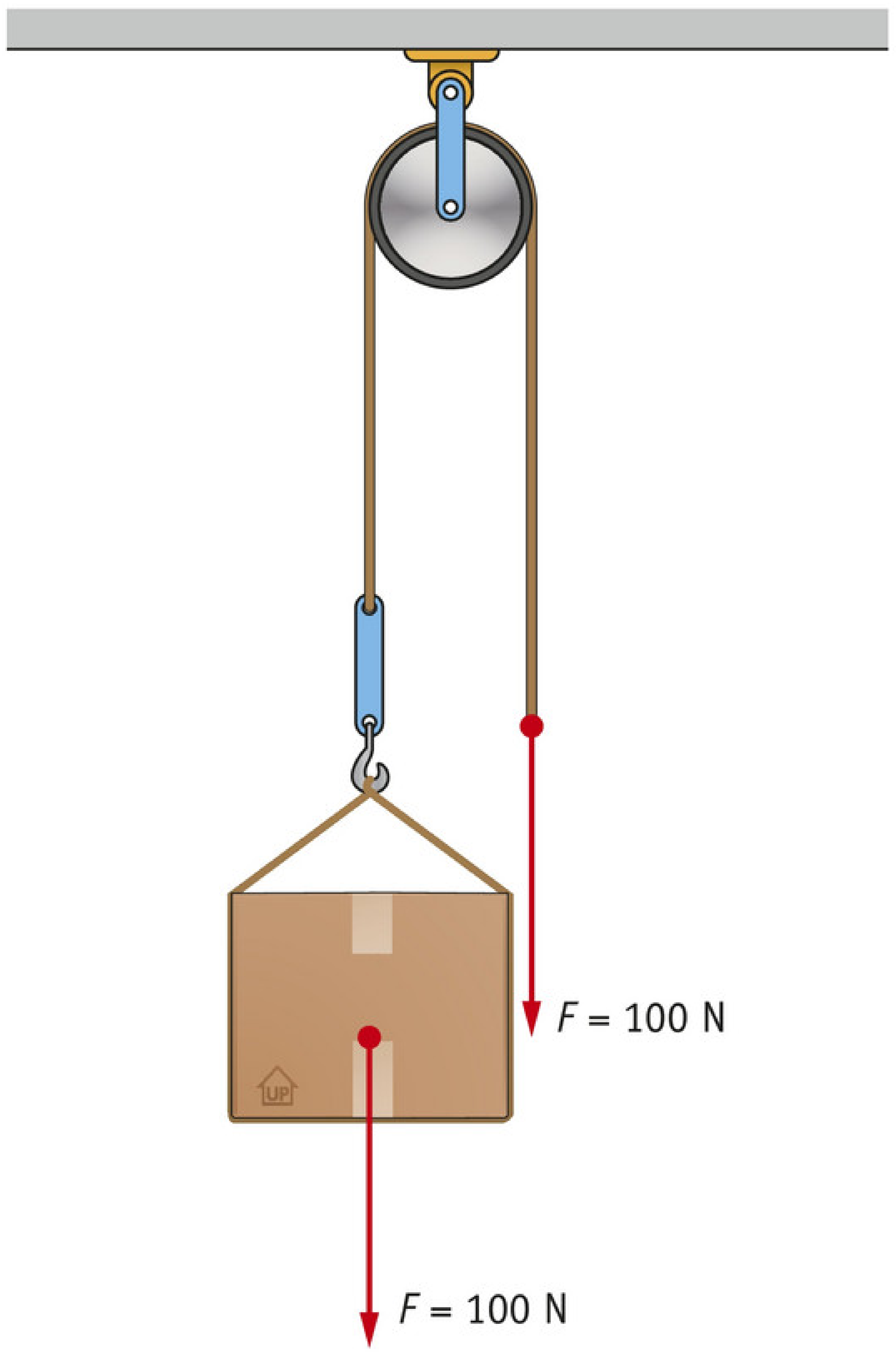
Als je zwaar moet tillen, is het handig als je een hulpmiddel hebt. Een katrol maakt tillen gemakkelijker. Een takel maakt tillen ook lichter.

VASTE EN LOSSE KATROL

Soms moeten zware meubels naar een hoge verdieping. Als er geen lift is, kun je een **vaste katrol** gebruiken. Een **katrol** is een platte schijf met een groef waar een touw of een kabel in ligt. De katrol zit vast en kan niet op en neer bewegen. Met een vaste katrol hijsen de jongens in afbeelding 1 de bank naar boven. De grootte van de kracht verandert niet, maar de richting van de kracht wel (afbeelding 2). Aan een touw trekken is gemakkelijker en veiliger dan de bank omhoog dragen over een trap.



afbeelding 1 Geen lift, gelukkig wel een vaste katrol.

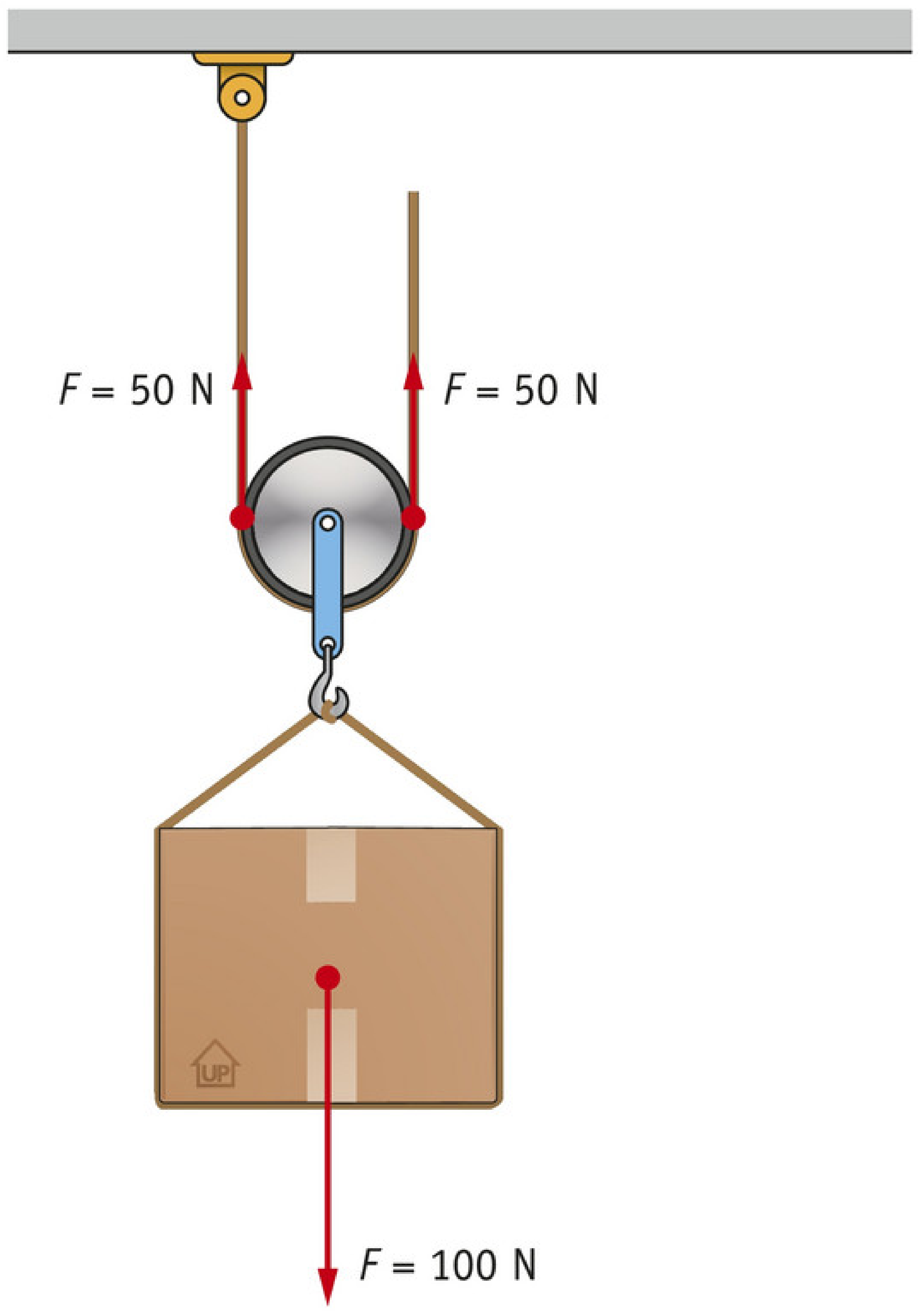


afbeelding 2 Met een vaste katrol verander je de richting van de kracht. De kist moet omhoog, maar je trekt omlaag.

Een **losse katrol** beweegt op en neer (afbeelding 3). Eén eind van het touw zit vast. Aan het andere eind moet je trekken om de katrol omhoog te bewegen. Met een losse katrol heb je de helft van de kracht nodig om een last op te tillen. Dat komt doordat de zwaartekracht op het gewicht wordt verdeeld over twee stukken touw (afbeelding 4).



afbeelding 3 Een losse katrol hangt aan het touw.



afbeelding 4 Met een losse katrol heb je de helft van de kracht nodig om een voorwerp te tillen.

PROEF 1 EEN VASTE EN LOSSE KATROL VERGELIJKEN

25 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ statiefvoet
- ☐ statiefstang
- ☐ statiefklem
- ☐ haak
- ☐ schijfmassaset van 250 g
- ☐ stuk touw van 1 m
- ☐ katrol
- ☐ krachtmeter van 5 N

Uitvoering

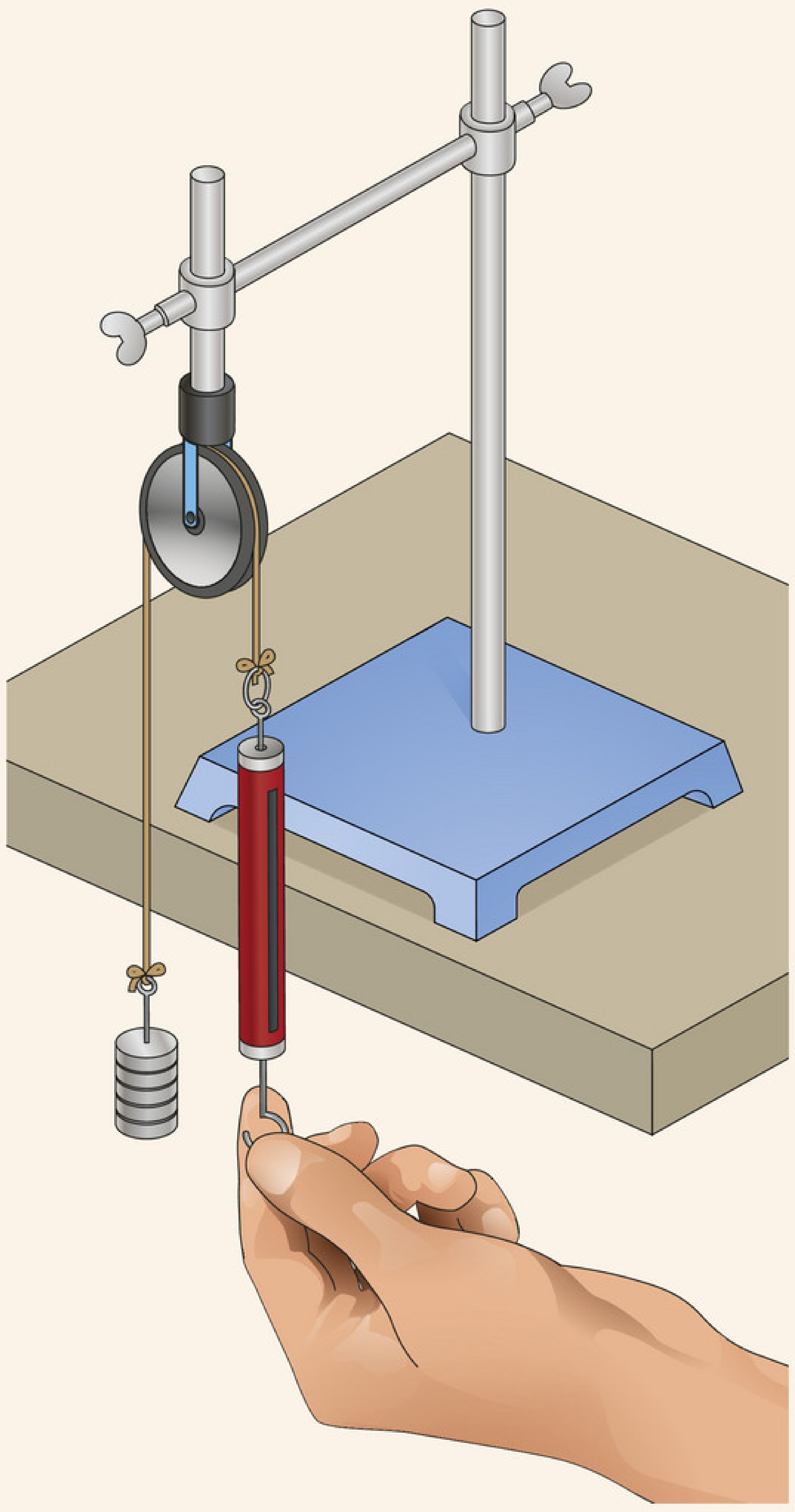
- Maak aan elk uiteinde van het touw een lusje.
- Hang de massaset aan een uiteinde van het touw.
- Maak het andere uiteinde van het touw vast aan de krachtmeter.
- Til de massaset op door de krachtmeter iets omhoog te trekken.

1 Hoe groot is de zwaartekracht die op de massaset werkt?

De zwaartekracht is .... N.

2 De zwaartekracht op de massaset werkt naar *BENEDEN* / *BOVEN*.
Je spierkracht werkt naar *BENEDEN* / *BOVEN*.

- Maak de opstelling van afbeelding 5.
  Let op! De massaset mag de tafel niet raken.



afbeelding 5 Proefopstelling met de vaste katrol.

- Trek de krachtmeter omlaag.
- Lees af hoeveel de krachtmeter aangeeft.

3 Hoeveel geeft de krachtmeter aan?

De krachtmeter geeft .... N aan.

4 Kun je met een vaste katrol je kracht vergroten of verkleinen?

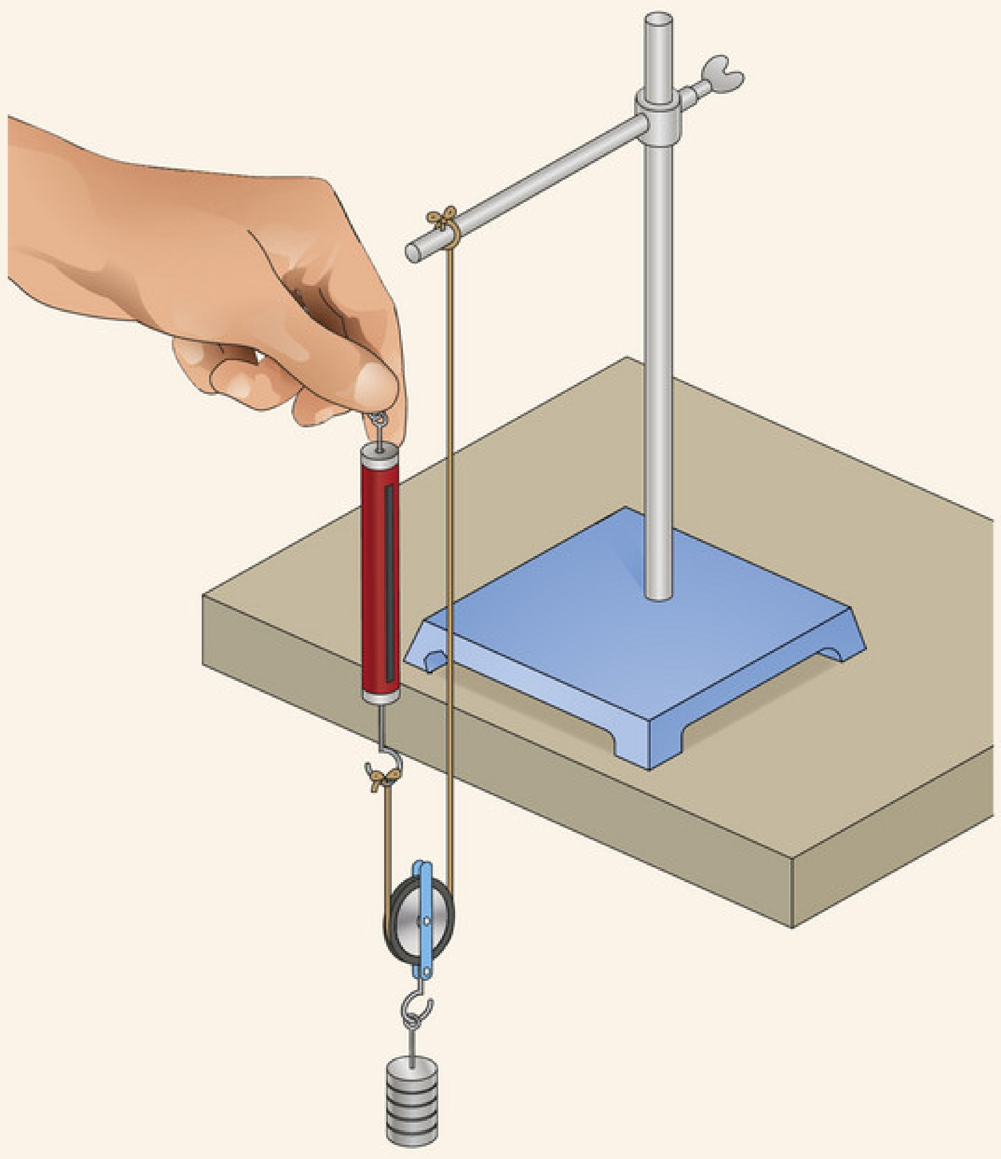
○ A alleen vergroten
○ B alleen verkleinen
○ C niet vergroten en niet verkleinen
○ D vergroten en verkleinen

- Trek met je hand het touw met de krachtmeter 30 cm omlaag.
- Meet hoeveel centimeter de massaset omhooggaat.

5 De massaset gaat .... omhoog.

6 Bij de vaste katrol is de verplaatsing van de massaset *GROTER DAN / EVEN GROOT ALS / KLEINER DAN* de verplaatsing van je hand.

- Maak de opstelling van afbeelding 6.
- Laat de massaset op de vloer staan.



afbeelding 6 Proefopstelling met de losse katrol.

- Lees af hoeveel de krachtmeter aangeeft.

7 De krachtmeter geeft .... N aan.

- Trek het touw met de krachtmeter 30 cm omhoog.
- Meet hoeveel centimeter de massaset omhooggaat.

8 De massaset gaat .... omhoog.

9 De losse katrol maakt de kracht 2× zo *GROOT / KLEIN*.

10 De losse katrol maakt de verplaatsing van de massaset 2× zo *GROOT / KLEIN*.

- Ruim alles netjes op

1 Er zijn vaste en losse katrollen.

a Een katrol die op en neer beweegt, samen met het voorwerp dat wordt opgehesen, is een .... katrol.

b Een katrol die zo is vastgemaakt dat hij niet op en neer kan bewegen, is een .... katrol.

2 Een verhuizer moet een grote stoel naar een hoge verdieping brengen. Er is geen lift en het trappenhuis is te smal.
Welke manier zou je hem aanraden?

- ○ A met een katrol, want dat is veiliger en handiger
- ○ B met een katrol, want dat spaart kracht
- ○ C met een ladder, want dat is sneller
- ○ D met een ladder, want dat is veiliger

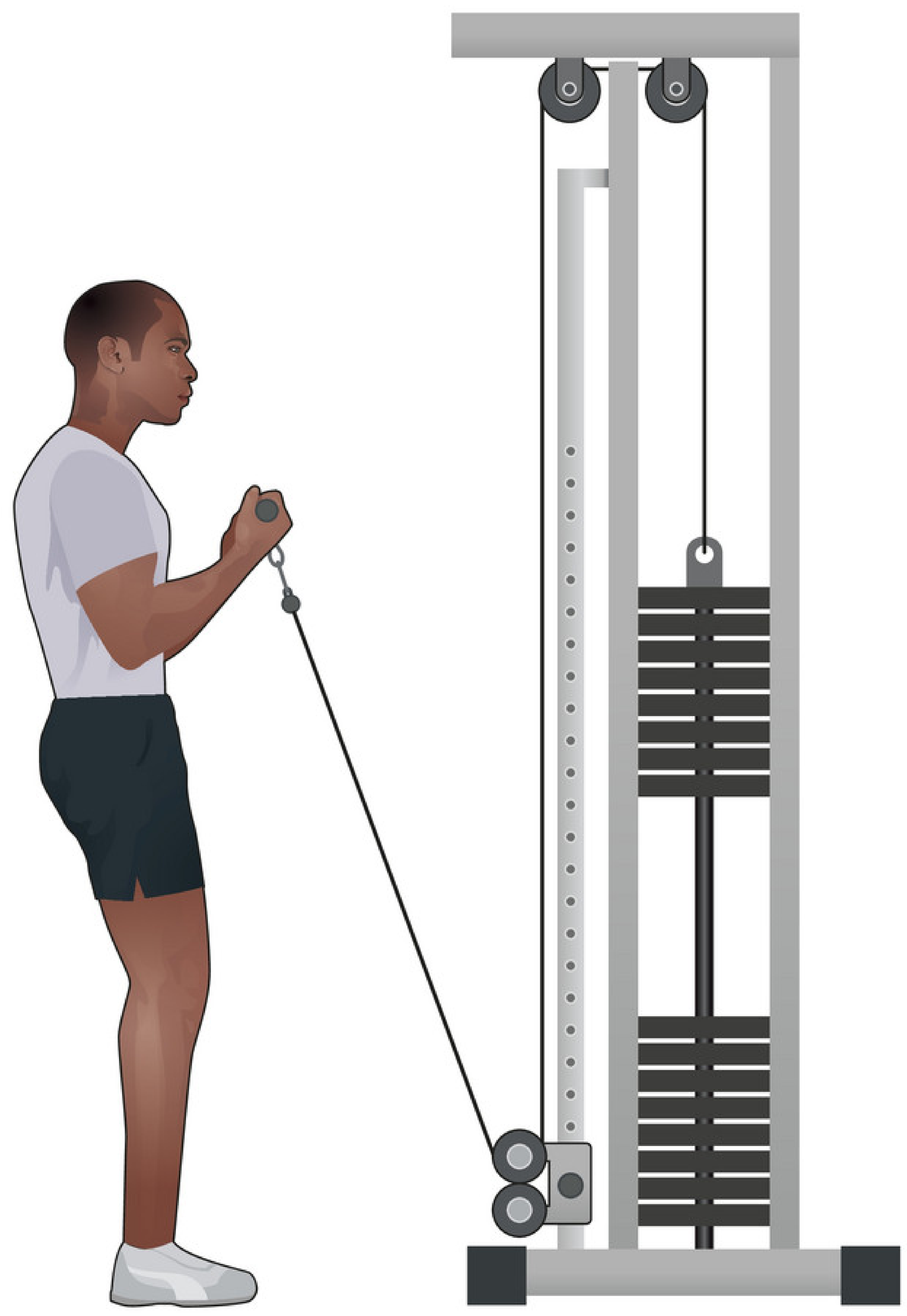
3 Dorian traint zijn lichaam met een fitnessapparaat door het handvat met beide handen naar zijn borst te trekken (afbeelding 7).

a Hoeveel vaste katrollen worden gebruikt als Dorian zijn oefening doet?

- ○ A 0
- ○ B 1
- ○ C 2
- ○ D 3
- ○ E 4

b Door de katrollen verandert *WEL* / *NIET* de richting van de kracht.

c De spierkracht om de gewichten met deze katrollen op te hijsen, is *GROTER DAN* / *EVEN GROOT ALS* / *KLEINER DAN* de zwaartekracht op de gewichten.



afbeelding 7 Dorian in actie bij het fitnessapparaat.

4 In afbeelding 8 zie je drie manieren om een emmer water uit een put te tillen. De emmer heeft een totale massa van 12 kg.

a Bereken de zwaartekracht die op de emmer werkt.

....

....

....

....

....

b Hoe groot is de kracht die nodig is om de emmer uit de put te tillen bij manier a?

....

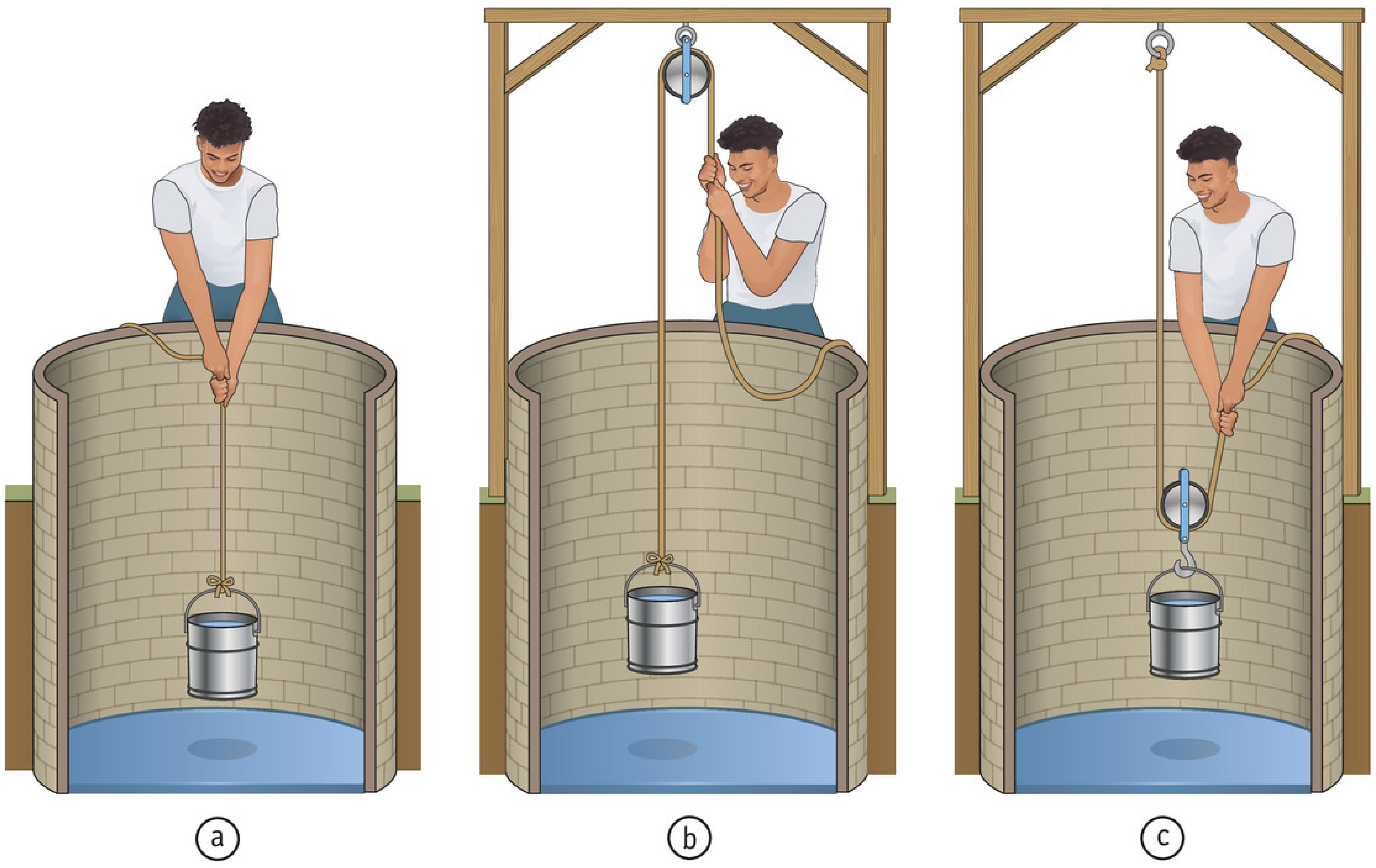
c Hoe groot is de kracht die nodig is om de emmer uit de put te tillen bij manier b?

....

d Hoe groot is de kracht die nodig is om de emmer uit de put te tillen bij manier c?

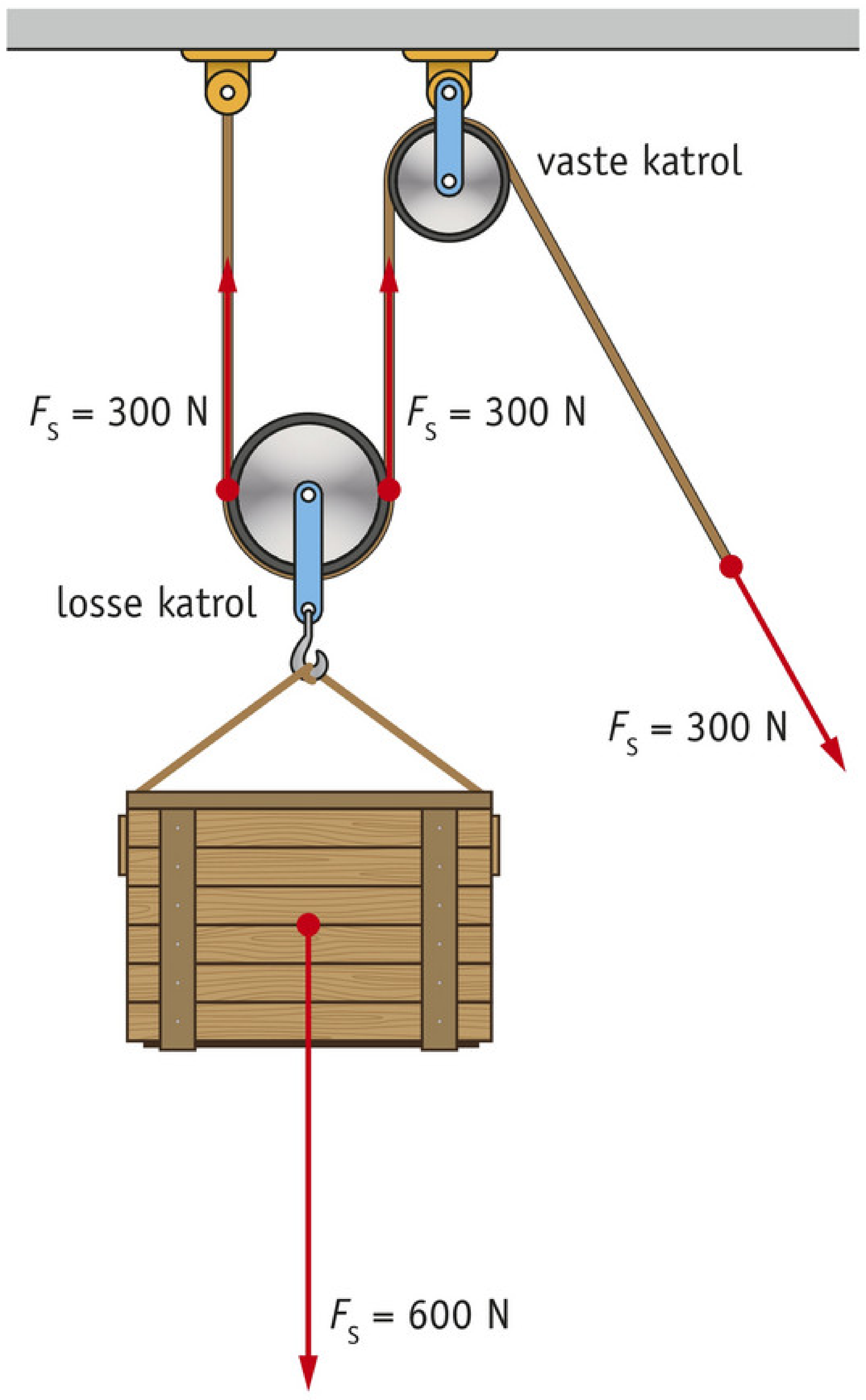
....

afbeelding 8 Een emmer water uit een put halen.



TAKELS

Een losse katrol is niet altijd handig in gebruik. Je moet boven de last staan en de last omhoogtrekken. Meestal is het handiger om onder de last te staan. Daarvoor gebruik je een combinatie van een vaste en een losse katrol (afbeelding 9). Dit werktuig heet een **takel**.

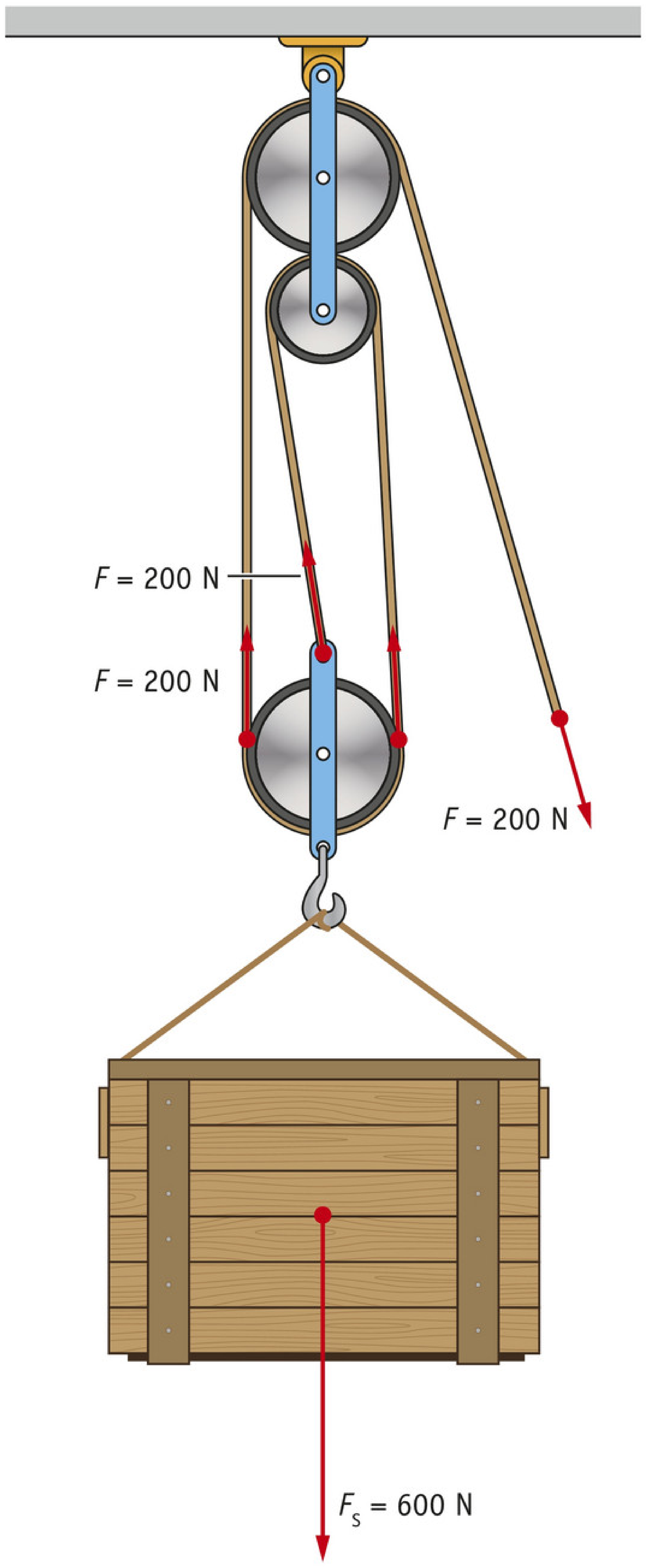


afbeelding 9 De kracht is verdeeld over twee stukken touw.

De kist in afbeelding 9 heeft een massa van 60 kg. De zwaartekracht op de kist is dus 600 N. Om de kist te tillen, hoef je maar met 300 N aan het touw te trekken. Dat komt doordat de kracht is verdeeld over de twee stukken touw van de losse katrol. Je hebt dus minder kracht nodig om de kist op te tillen.

Als je de kist 4 m omhoog wilt takelen, moet je 2 × 4 = 8 m touw naar je toe trekken. Je hebt dus de helft van de kracht nodig, maar je moet wel 2× zo veel touw inhalen.

Er zijn ook takels met meer dan twee katrollen. De takel in afbeelding 10 heeft drie katrollen. De kist hangt nu aan drie touwen. Daardoor verdeelt de kracht zich over drie touwen. Je hebt nu 200 N nodig om de kist te tillen. Je moet nu wel 3× zo veel touw binnenhalen. Voor een hijsafstand van 4 m moet je nu 3 × 4 = 12 m touw binnenhalen.



afbeelding 10 De kracht is verdeeld over drie touwen.

Voor takels geldt dus:

Als een voorwerp aan 2 stukken touw hangt, heb je 2× zo weinig kracht nodig, maar moet je wel 2× zo veel touw inhalen.
Als een voorwerp aan 3 stukken touw hangt, heb je 3× zo weinig kracht nodig, maar moet je wel 3× zo veel touw inhalen.
Enzovoort.

PROEF 2 TAKELS ONDERZOEKEN

30 minuten

Wat je nodig hebt

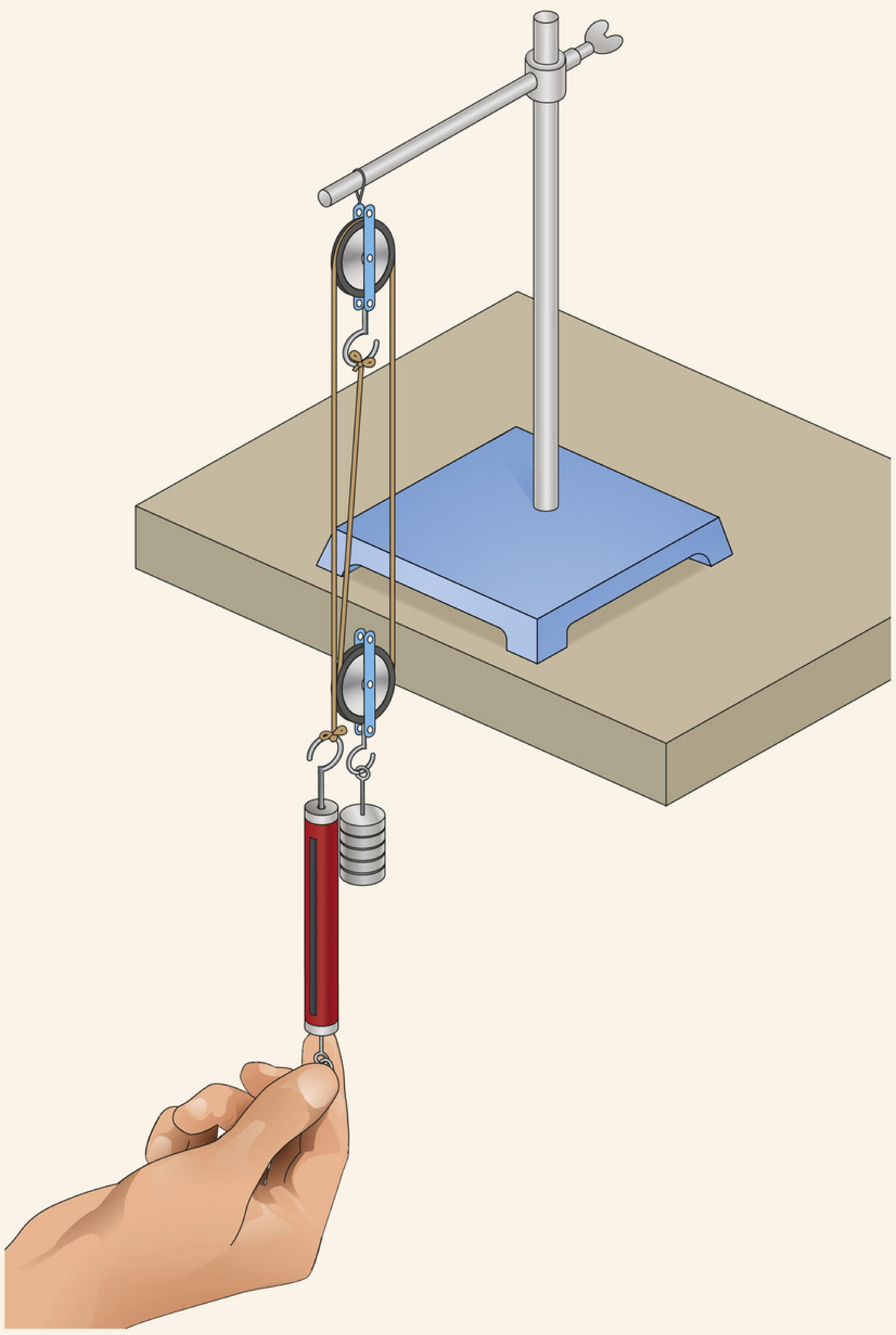
- ☐ statiefvoet
- ☐ statiefstang
- ☐ statiefklem
- ☐ haak
- ☐ schijfmassaset van 250 g
- ☐ stuk touw van 3 m
- ☐ takel met een losse en een vaste katrol
- ☐ takel met twee losse en twee vaste katrollen
- ☐ krachtmeter van 5 N
- ☐ rolmaat

Uitvoering

- Hang de massaset aan de krachtmeter.
- Lees de kracht af.

1 De krachtmeter geeft .... N aan.

- Maak de opstelling van afbeelding 11.



afbeelding 11 Proefopstelling met twee katrollen.

- Trek aan het touw, zodat de massaset net van de vloer is.

2 Hoe groot is de kracht die je nodig hebt om de massaset te tillen?

De benodigde kracht is .... N.

- Trek het touw met de krachtmeter 40 cm omlaag.
- Meet hoe hoog de massaset nu boven de vloer hangt.

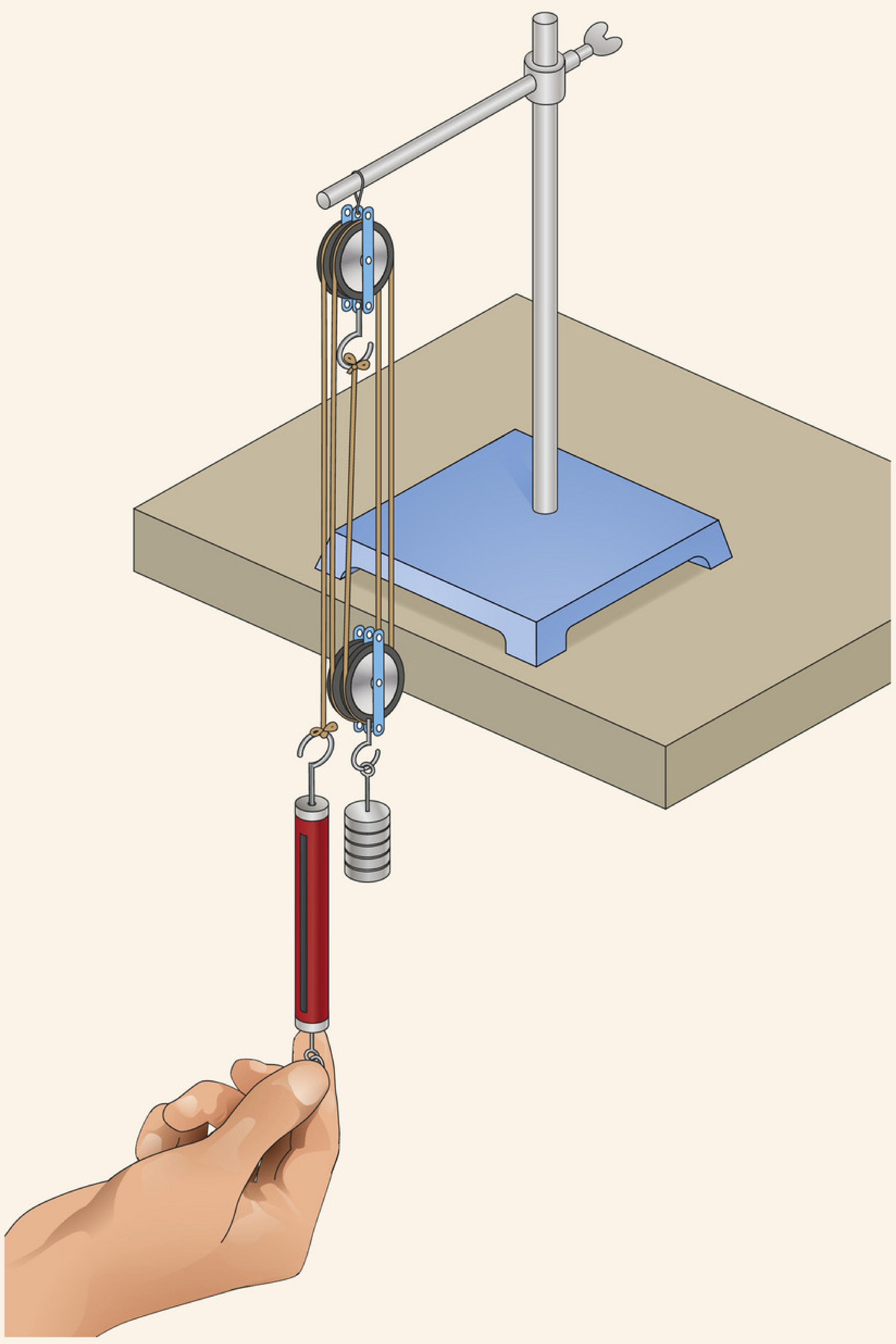
3 Hoeveel centimeter gaat de massaset omhoog?

....

4 De takel maakt je kracht 2× zo *GROOT* / *KLEIN*.

5 De takel maakt de verplaatsing 2× zo *GROOT* / *KLEIN*.

- Maak de opstelling van afbeelding 12.



afbeelding 12 Proefopstelling met vier katrollen.

- Trek aan het touw, zodat de massaset net van de vloer is.

6 Hoe groot is de kracht die je nodig hebt om de massaset te tillen?

De benodigde kracht is .... N.

- Trek het touw met de krachtmeter 40 cm omlaag.
- Meet hoe hoog de massaset nu boven de vloer hangt.

7 De massaset gaat .... omhoog.

8 Voor een voorwerp dat aan vier stukken touw hangt, heb je *TWEE* / *DRIE* / *VIER* keer zo *VEEL* / *WEINIG* kracht nodig.
Je moet dan wel *TWEE* / *DRIE* / *VIER* keer zo *VEEL* / *WEINIG* touw inhalen.

- Ruim alles netjes op.

5 Ashur moet een zware kist hijsen.
Welke bewering hierover is juist?
○ A Hij kan het best een losse katrol gebruiken.
○ B Hij kan het best een vaste katrol gebruiken.
○ C Hij kan het best een losse en een vaste katrol gebruiken.
○ D Hij kan het best twee losse katrollen gebruiken.
○ E Hij kan het best twee vaste katrollen gebruiken.

6 Waaruit bestaat een takel?
○ A alleen uit losse katrollen
○ B alleen uit vaste katrollen
○ C uit losse en vaste katrollen

7 Met een takel heb je *MEER* / *MINDER* kracht nodig om een last te tillen, dan wanneer je de last zelf optilt.

8 In afbeelding 13 zijn drie takels getekend.

a Hoeveel keer groter wordt de kracht waarmee je aan het touw trekt bij de takel in afbeelding 13a?

....

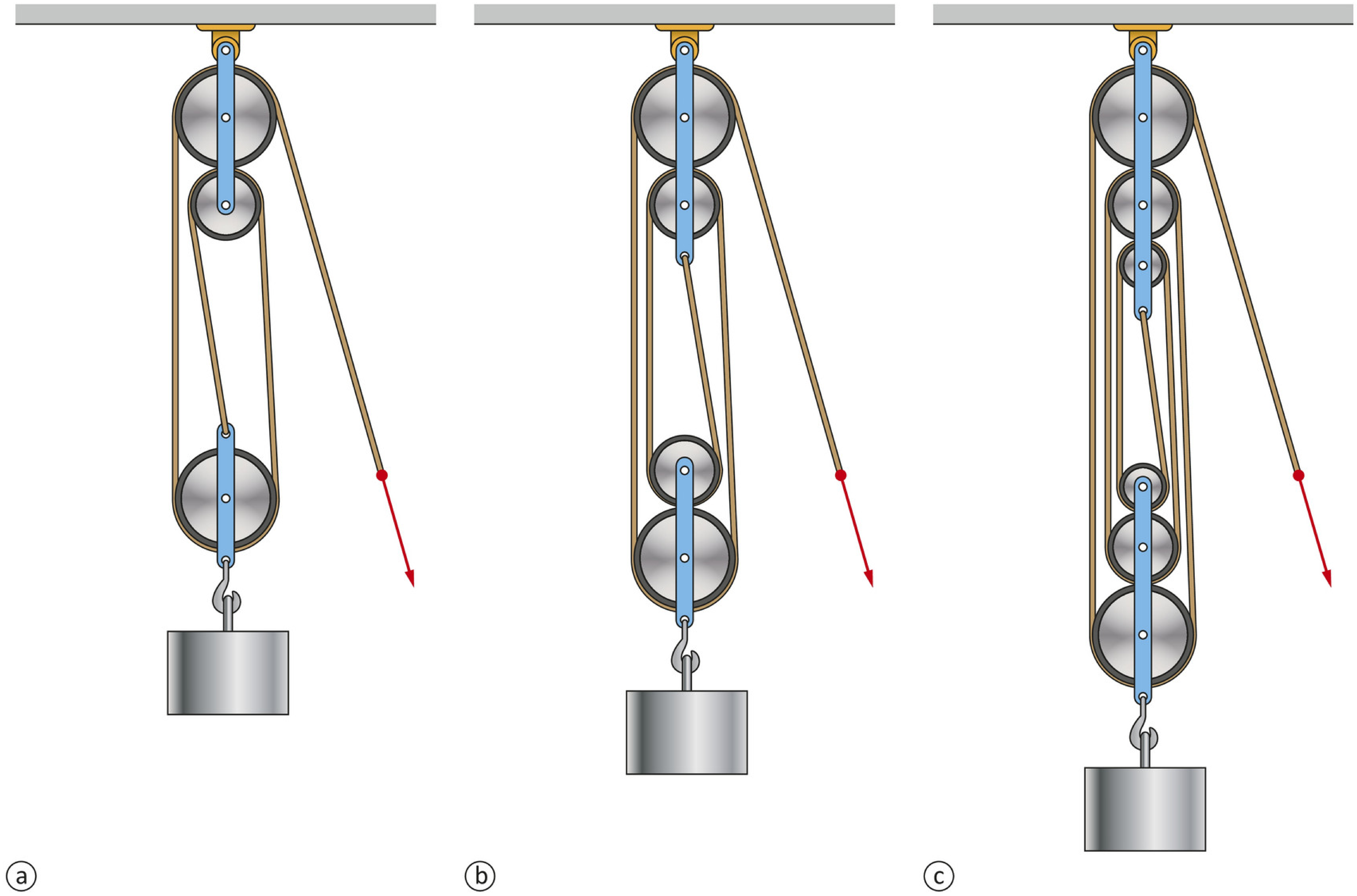
b Hoeveel keer groter wordt de kracht waarmee je aan het touw trekt bij de takel in afbeelding 13b?

....

c Hoeveel keer groter wordt de kracht waarmee je aan het touw trekt bij de takel in afbeelding 13c?

....

afbeelding 13 Drie takels.



9 Emma maakt bij een practicum de opstelling van afbeelding 14.
Zij trekt het touw omlaag.

a Hoe groot is de kracht die Emma nodig heeft?

....

....

....

b Bereken de lengte van de pijl die hoort bij de kracht uit vraag a. Neem als krachtenschaal 1 cm ≙ 0,5 N.

....

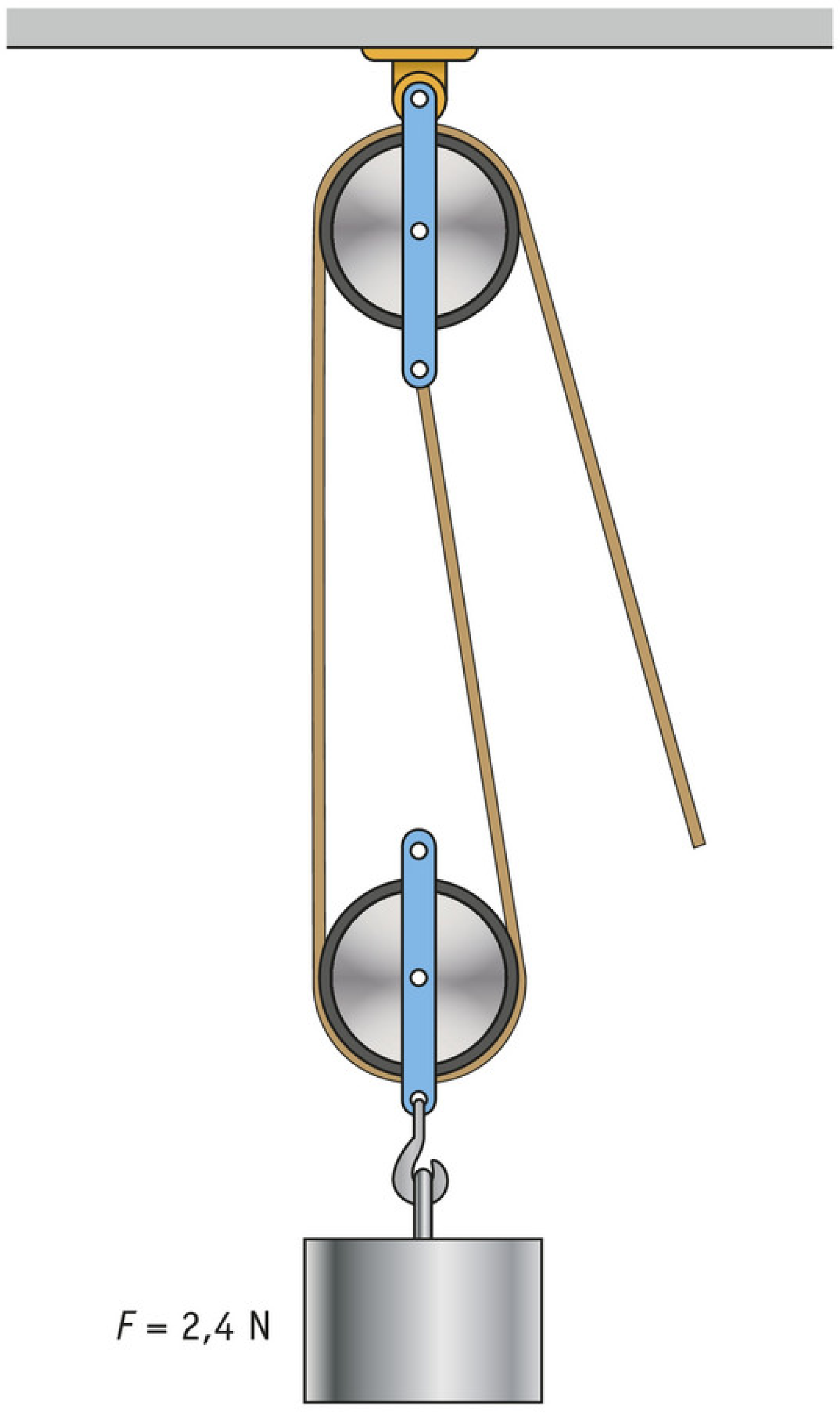
....

....

....

....

c Teken in afbeelding 14 de kracht van Emma met een pijl.



afbeelding 14 De proefopstelling van Emma.

★ **10**

Natuurkundelerares Sanne heeft in haar badkamer een beweegbare douchekop gemaakt. De doucheslang kan over de katrollen bewegen (afbeelding 15).

a Uit hoeveel losse katrollen bestaat de beweegbare douchekop?

....

b Sanne trekt aan katrol A. Deze gaat 40 cm naar beneden.
Hoeveel centimeter beweegt de douchekop omhoog?

- ○ A 10 cm
- ○ B 20 cm
- ○ C 40 cm
- ○ D 80 cm

naar: examen 2019 variant 1



afbeelding 15 Een beweegbare douchekop.

11 Voor het hijsen van zware voorwerpen wordt een takel gebruikt met een groot aantal katrollen (afbeelding 16). Onder de takel hangt een voorwerp. Dit hangt aan twaalf stukken kabel.
Vul in.

De kracht die je nodig hebt om het voorwerp op te tillen is .... × zo ....

Je moet .... × zo .... kabel inhalen om het voorwerp op te tillen.



afbeelding 16 De takel van een kraan.

ONTHOUD

Een vaste katrol verandert alleen de richting van de kracht.
De kracht die je nodig hebt om een voorwerp te tillen, blijft hetzelfde.

Bij een losse katrol heb je de helft van de kracht nodig om een voorwerp te tillen.

Een takel is een combinatie van losse en vaste katrollen.
Bij een takel gelden de volgende regels:

- Wil je een voorwerp optillen dat aan twee stukken touw hangt? Dan heb je 2× zo weinig kracht nodig, maar moet je wel 2× zo veel touw inhalen.
- Wil je een voorwerp optillen dat aan drie stukken touw hangt? Dan heb je 3× zo weinig kracht nodig, maar moet je wel 3× zo veel touw inhalen.
- Enzovoort.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

5 Druk

LEERDOELEN

10.5.1 Je kunt beschrijven hoe de druk op een ondergrond verandert als de kracht van grootte verandert.
10.5.2 Je kunt beschrijven hoe de druk op een ondergrond verandert als de oppervlakte van grootte verandert.
10.5.3 Je kunt de druk berekenen van een voorwerp op een ondergrond.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	10.5.1	10.5.2	10.5.3
Onthouden	3		2
Begrijpen		1, 9, 10, 11	8b
Toepassen		4a, 5a, 12ab	6abc, 7a, 8a, 13abc, 14
Analyseren	5b	4b, 7b	

Door de zwaartekracht oefenen voorwerpen druk uit op de ondergrond. Hoe kleiner de oppervlakte, hoe groter de druk.

KRACHT VERDELEN

De shovel in afbeelding 1 is erg zwaar. Toch kan hij over zand rijden zonder dat hij wegzakt. Dat komt doordat de banden groot en breed zijn. De zwaartekracht die op de shovel werkt wordt door de banden verdeeld over een grote oppervlakte. Dit soort banden noem je tractorbanden.



afbeelding 1 Tractorbanden verdelen het gewicht.

Hoe groter de oppervlakte, hoe meer de kracht wordt verdeeld. Daardoor wordt de kracht per vierkante centimeter kleiner. De kracht per vierkante centimeter (N/cm^2) noem je **druk**. Door een grotere oppervlakte wordt de druk kleiner.

Er zijn nog andere voorbeelden waarbij de druk wordt verkleind. Een graafmachine heeft rupsbanden (afbeelding 2). Deze banden hebben een groot oppervlak. Hierdoor wordt de zwaartekracht verdeeld over de grond. De druk op de ondergrond is dan kleiner. De graafmachine zakt niet weg in zachte grond.



afbeelding 2 Rupsbanden verdelen de kracht.

Een andere manier om de druk te verkleinen, zijn rijplaten (afbeelding 3). Rijplaten zijn dikke stalen platen die je vaak op een bouwterrein ziet. Op bouwterreinen is het vaak modderig. De rijplaten maken de oppervlakte groter, zodat de druk kleiner wordt. Het werkverkeer zakt hierdoor niet weg.



afbeelding 3 Rijplaten verminderen de druk.

DRUK BEREKENEN

Een voorwerp dat op een oppervlakte staat, oefent een kracht uit op die oppervlakte. Er geldt: hoe groter de oppervlakte, hoe kleiner de druk. Ook geldt: hoe kleiner de kracht, hoe kleiner de druk. Druk kun je berekenen door de kracht te delen door de oppervlakte. In een formule:

druk = kracht : oppervlakte

VOORBEELDOPDRACHT 1

Op een auto werkt een zwaartekracht van 12 000 N. De banden maken op een oppervlakte van 1600 cm^2 contact met de weg.
Bereken de druk van de banden op de weg.

gegevens kracht = 12 000 N
oppervlakte = 1600 cm^2

gevraagd druk = ? N/cm^2

uitwerking druk = kracht : oppervlakte
druk = 12 000 N : 1600 cm^2 = 7,5 N/cm^2

De druk van de banden op de weg is dus 7,5 N/cm^2.

1 Welke soort banden kun je het best gebruiken bij een trekker die door los zand moet rijden?
- ○ A grote brede banden
- ○ B grote smalle banden
- ○ C kleine brede banden
- ○ D kleine smalle banden

2 Met welke formule bereken je druk?
- ○ A druk = kracht : oppervlakte
- ○ B druk = oppervlakte : kracht
- ○ C druk = oppervlakte × kracht

3 Zijn de beweringen waar of onwaar?
1 Je kunt druk verkleinen door de kracht kleiner te maken. *WAAR / ONWAAR*
2 Je kunt druk verkleinen door de oppervlakte kleiner te maken. *WAAR / ONWAAR*

4 Een boerin komt thuis van een feest. Zij loopt op schoenen met hoge hakken door de modder naar de boerderij. Binnen kleedt zij zich om en loopt op laarzen door diezelfde modder naar de stal.

a Wanneer zakt de boerin het diepst in de modder weg?

....

b Leg je antwoord bij vraag a uit. Gebruik in je uitleg: *druk – kracht – oppervlakte*.

....

....

....

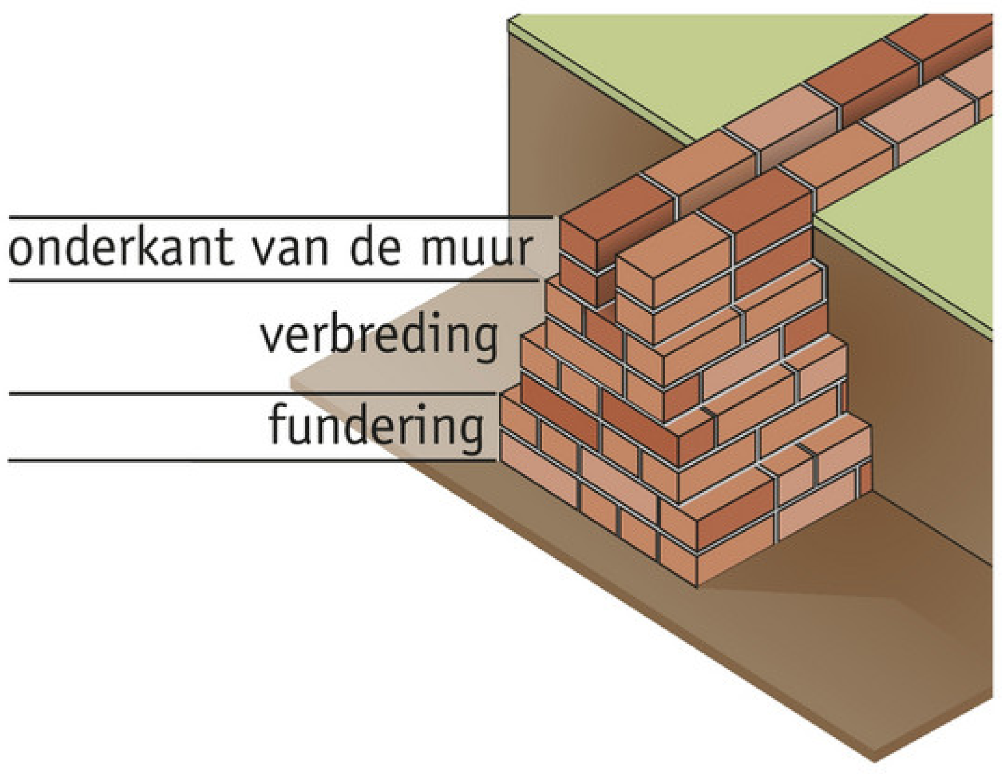
....

5 Rond een landhuis staat een gemetselde muur van 2 m hoog. In afbeelding 4 zie je het onderste deel van de muur. Onder de grond wordt de muur breder. Het breedste deel is de fundering van de muur.

a Leg uit dat de fundering de druk op de bodem vermindert.

....

....



afbeelding 4 De fundering is breder dan de muur.

b De eigenaar van het landhuis besluit de muur 1 m hoger te maken.
Leg uit of de druk van de fundering op de bodem nu groter of kleiner wordt.

....

....

6 Een straatsteen is 20 cm lang, 10 cm breed en 8 cm dik. Op de steen werkt een zwaartekracht van 38 N. De steen ligt met het oppervlak van 20 cm × 10 cm op de grond.

a Bereken de oppervlakte waarmee de steen op de grond ligt.

....

....

....

....

....

....

b Bereken de druk onder de steen.

....

....

....

....

....

....

....

c Als je de steen rechtop zet, is de oppervlakte op de grond 80 cm^2 (8 cm × 10 cm).
Bereken de druk onder de steen in deze stand.

....

....

....

....

....

....

....

7 Een skateboarder maakt een wheelie op zijn skateboard (afbeelding 5). Hij rijdt daarbij op twee wieltjes. Eén wieltje maakt op 2,5 cm^2 contact met het asfalt. Op de skateboarder werkt een zwaartekracht van 680 N.

a Hoe groot is de druk onder de twee wieltjes tijdens de wheelie?
- ○ A 13,6 N/cm^2
- ○ B 27,2 N/cm^2
- ○ C 136 N/cm^2
- ○ D 170 N/cm^2
- ○ E 272 N/cm^2

b Wat gebeurt er met de druk als de skateboarder weer op vier wieltjes gaat rijden?
- ○ A De druk wordt groter.
- ○ B De druk blijft gelijk.
- ○ C De druk wordt kleiner.



afbeelding 5 Een wheelie is een truc bij het skateboarden.

8 Een bouwvakker metselt een muur. De muur en de fundering hebben een lengte van 6,0 m (afbeelding 6). De totale kracht die de muur op de fundering uitoefent, is 240 000 N.
In de voorschriften staat dat de druk die de muur op de grond uitoefent, niet meer dan 8,0 N/cm^2 mag zijn.

a Bereken hoe groot de oppervlakte van de fundering minstens moet zijn.

....

....

....

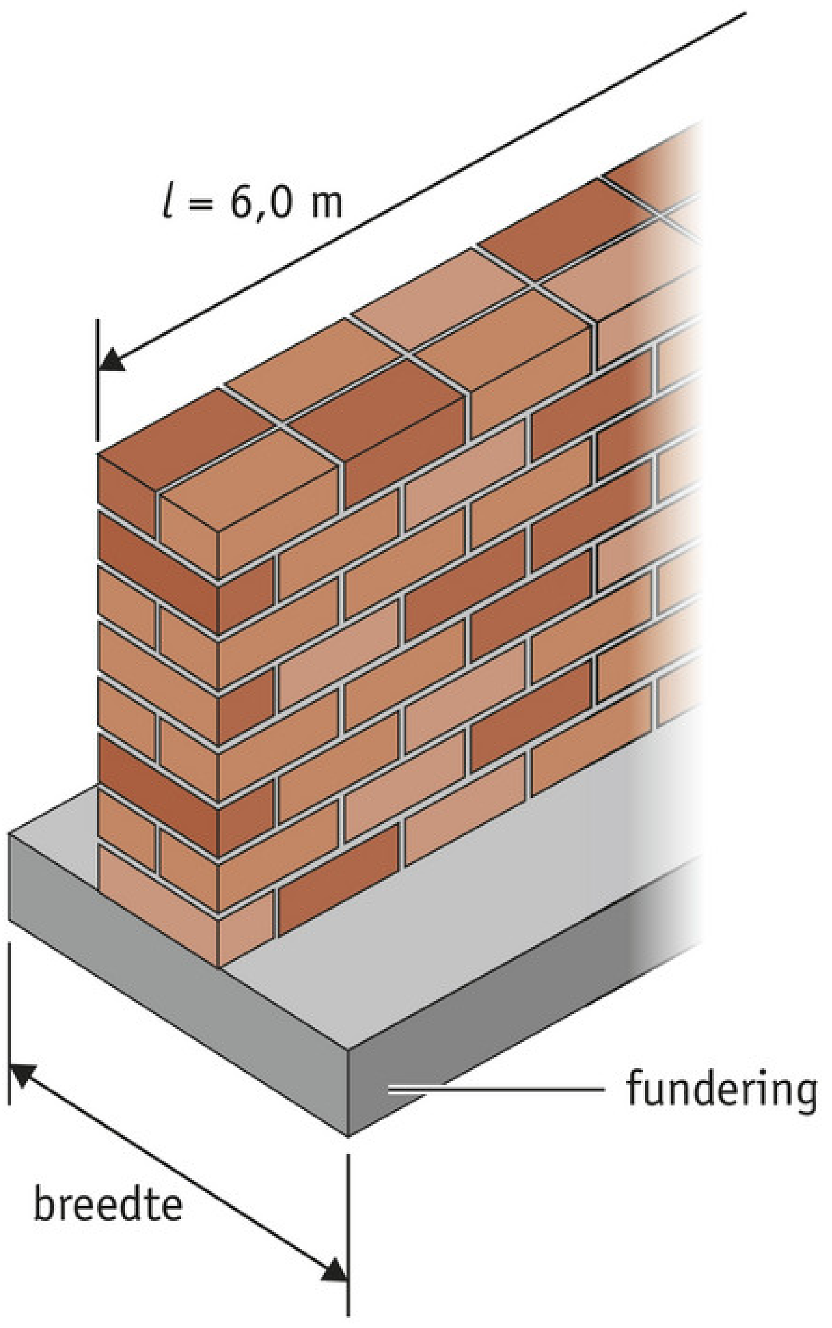
....

....

....

b Reken je antwoord bij vraag a om naar vierkante meter.

....



afbeelding 6 Welke oppervlakte moet de fundering hebben?

DRUK VERGROTEN

Als je de oppervlakte kleiner maakt, wordt de druk groter. Een voorbeeld hiervan is een punaise. Een punaise kun je met één vinger in een muur duwen. Met een spijker zou dat nooit lukken. Dat komt doordat de punaise aan één kant een grote oppervlakte heeft (afbeelding 7).



afbeelding 7 Door de grote kop van de punaise is de druk op je vinger klein.

Je drukt met kracht op deze oppervlakte. De punt van de punaise heeft een kleine oppervlakte. Alle kracht die je op de platte kop uitoefent, komt samen in dat kleine puntje. De druk onder de punt is daardoor erg groot.

Een ander voorbeeld is een injectienaald (afbeelding 8). De punt van een injectienaald heeft een kleine oppervlakte. Daardoor kan een arts de naald gemakkelijk in je huid duwen. Je huid wordt minder beschadigd en je voelt minder pijn.



afbeelding 8 Een injectienaald dringt gemakkelijk in de huid.

Nog een voorbeeld van druk vergroten is een mes. Een mes heeft een scherpe snijkant. Die snijkant heeft een heel kleine oppervlakte. Daardoor is de druk heel groot. Een scherp mes gaat gemakkelijk door karton, plastic en je vinger.

9 Als de oppervlakte kleiner wordt, wordt de druk ....

10 Een injectienaald heeft een heel scherpe punt.
Waarom is deze punt zo scherp?
○ A om de druk te vergroten
○ B om de druk te verkleinen
○ C om de naald soepeler te maken
○ D om de naald sterker te maken

11 Waarom gaat een hobbymes gemakkelijk door karton?
Een hobbymes heeft een *BOTTE* / *SCHERPE* snijkant. Die snijkant heeft een heel *GROTE* / *KLEINE* oppervlakte. Daardoor is de druk heel *GROOT* / *KLEIN*.

12 Je duwt een punaise in een houten plank.

a Waar is de kracht op de punaise het grootst?
○ A De kracht is bij de kop het grootst.
○ B De kracht is bij de punt het grootst.
○ C De kracht is bij de kop en bij de punt even groot.

b Waar is de druk op de punaise het grootst?
○ A De druk is bij de kop het grootst.
○ B De druk is bij de punt het grootst.
○ C De druk is bij de kop en bij de punt even groot.

★ 13 Emmy duwt met een kracht van 15 N een punaise in een houten plank. De kop van de punaise heeft een oppervlakte van 0,8 cm^2.

a Bereken de druk tussen de vinger en de kop van de punaise.

....

....

....

....

....

....

b De punt van de punaise heeft een oppervlakte van 0,5 mm^2. Dat is 0,005 cm^2.
Bereken de druk tussen de punt en de plank.

....

....

....

....

....

....

c Bereken hoeveel keer de druk op de punt groter is dan op de kop.

krachtvergroting = ... : .... = ...

Werken als kok **beroep**

Stefan is kok. Hij werkt op een cruiseschip. Hij heeft de mbo 2 deeltijdopleiding Kok gevolgd. Stefan vond de opleiding geweldig. Stefan: “Ik was 18 jaar toen ik met mijn opleiding begon. Ik had meteen werk in een leuk restaurant. Vier dagen per week werkte ik daar en een dag in de week ging ik naar school. Heel fijn, want ik ben meer een doener dan een denker.”



Stefan: “Een vak dat ik heel leuk vond, was Keukengereedschappen. Hier heb ik geleerd hoe ik mijn messen vlijmscherp moet houden. Een mes is het belangrijkste gereedschap van een kok.”

★ 14

Lees de tekst ‘Werken als kok’.
Stefan maakt een voorgerecht met meloen. De schil van de meloen is erg taai. Om deze door te kunnen snijden, is een druk nodig van 5600 N/cm^2. De oppervlakte van zijn mes is 0,0012 cm^2.
Bereken met welke kracht Stefan op het mes moet drukken, zodat hij de meloen kan doorsnijden.

....

....

....

....

....

....

ONTHOUD

Druk is de kracht van een voorwerp per vierkante centimeter van een oppervlakte.

Hoe groter de oppervlakte, des te kleiner de druk.
Hoe kleiner de oppervlakte, des te groter de druk.

Hoe groter de kracht, hoe groter de druk.
Hoe kleiner de kracht, hoe kleiner de druk.

Druk kun je berekenen met de formule:
druk = kracht : oppervlakte

Er zijn voorwerpen die gemaakt zijn om de druk te verkleinen:
- tractorbanden
- rupsbanden
- rijplaten

Er zijn voorwerpen die gemaakt zijn om de druk te vergroten:
- punaise
- injectienaald
- mes

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

Leerstofoverzicht

10.1 KRACHTEN

ONTHOUD

- De uitwerking van een kracht kun je soms zien.
- Een kracht kan drie uitwerkingen hebben:
  - verandering van snelheid;
  - verandering van richting;
  - verandering van vorm.
- Er zijn verschillende soorten krachten:
  - spierkracht
  - veerkracht
  - spankracht
  - zwaartekracht
  - wrijvingskracht
  - magnetische kracht
  - elektrische kracht
- De eigenschappen van een kracht teken je met een pijl:
  - het aangrijpingspunt van de kracht;
  - de richting van de kracht;
  - de grootte van de kracht.
- Het symbool voor kracht is *F*.
- De eenheid van kracht is newton (N).
- De krachtenschaal is de afspraak over hoe lang de pijl is.
- De lengte van de pijl bereken je met de formule:
  lengte = kracht : krachtenschaal
- De grootte van de kracht bereken je met de formule:
  kracht = lengte × krachtenschaal

BEGRIPPEN

aangrijpingspunt
Geeft het punt aan waar de kracht aangrijpt.

elektrische kracht
Kracht die een elektrisch geladen voorwerp uitoefent doordat het geladen is.

krachtenschaal
Verhouding die je kiest om krachten te kunnen tekenen. Geeft aan met hoeveel newton (N) één centimeter (cm) van een krachtpijl overeenkomt.

magnetische kracht
Kracht die een magneet uitoefent op een andere magneet, ijzer, staal en nikkel.

spankracht
Kracht die in een touw, kabel of ketting ontstaat als je eraan trekt.

spierkracht
Kracht die van de spieren van mensen en dieren komt.

uitwerking van een kracht
Door een kracht verandert een voorwerp van snelheid, richting of vorm.

veerkracht
Kracht die ontstaat als je een veerkrachtig materiaal uitrekt of indrukt.

wrijvingskracht
Kracht die aanwezig is als twee oppervlakken over elkaar schuiven.

zwaartekracht
Kracht waarmee de aarde aan je trekt en aan alles om je heen.

10.2 KRACHTEN METEN

ONTHOUD

- Kracht meet je met een krachtmeter.
- Een andere naam voor krachtmeter is veerunster.
- Een krachtsensor is een digitale krachtmeter.
- Het symbool voor zwaartekracht is F_z.
- De zwaartekracht die op een voorwerp werkt, bereken je met de formule:
  zwaartekracht = massa × 10
- Als je de zwaartekracht op een voorwerp weet, kun je de massa uitrekenen met de formule:
  massa = zwaartekracht : 10

BEGRIPPEN

krachtmeter
Apparaat met een spiraalveer waarmee je krachten kunt meten.

krachtsensor
Digitale krachtmeter.

veerunster
Ander woord voor krachtmeter.

10.3 HEFBOMEN

ONTHOUD

- Elke hefboom heeft een draaipunt, een werkarm en een lastarm.
- Met een hefboom kun je de kracht vergroten.
- Op de werkarm (de lange arm) werkt een kleine kracht.
- Op de lastarm (de korte arm) werkt een grote kracht.
- Je kunt de krachtvergroting van een hefboom berekenen met de formule:
  krachtvergroting = werkarm : lastarm
- De last kun je berekenen met de formule:
  last = werkkracht × krachtvergroting
- Er zijn verschillende soorten hefbomen:
  - enkele hefbomen;
  - dubbele hefbomen;
  - hefbomen met het draaipunt aan het uiteinde.

BEGRIPPEN

draaipunt
Punt waar een hefboom omheen draait.

dubbele hefboom
Werktuig dat bestaat uit twee hefbomen die om hetzelfde draaipunt draaien.

enkele hefboom
Werktuig dat bestaat uit één hefboom.

hefboom
Werktuig waarmee een kleine kracht een grote kracht in evenwicht kan houden.

last
Kracht die een hefboom uitoefent op een voorwerp.

lastarm
Afstand tussen het lastpunt en het draaipunt.

lastpunt
Plaats waar een hefboom een kracht uitoefent op een voorwerp.

werkarm
Afstand tussen het werkpunt en het draaipunt.

werkkracht
Kracht die je zelf op een hefboom uitoefent.

werkpunt
Plaats waar je een kracht uitoefent op een hefboom.

10.4 KATROLLEN EN TAKELS

ONTHOUD

- Een vaste katrol verandert alleen de richting van een kracht.
- De kracht die je nodig hebt om een voorwerp te tillen, blijft hetzelfde.
- Bij een losse katrol heb je de helft van de kracht nodig om een voorwerp te tillen.
- Een takel is een combinatie van losse en vaste katrollen.
- Bij een takel gelden de volgende regels:
  - Wil je een voorwerp optillen dat aan twee stukken touw hangt? Dan heb je 2× zo weinig kracht nodig, maar moet je wel 2× zo veel touw inhalen.
  - Wil je een voorwerp optillen dat aan drie stukken touw hangt? Dan heb je 3× zo weinig kracht nodig, maar moet je wel 3× zo veel touw inhalen.
  - Enzovoort.

BEGRIPPEN

katrol
Platte schijf met een groef waar een touw of een kabel in ligt. De schijf draait om een as.

losse katrol
Katrol die op en neer beweegt, samen met het voorwerp dat wordt verplaatst.

takel
Werktuig dat bestaat uit minimaal een vaste en een losse katrol.

vaste katrol
Katrol die vastzit aan het plafond, muur of vloer en daardoor niet op en neer kan bewegen.

10.5 DRUK

ONTHOUD

- Druk is de kracht van een voorwerp per vierkante centimeter van een oppervlakte.
- Hoe groter de oppervlakte, des te kleiner de druk.
- Hoe kleiner de oppervlakte, des te groter de druk.
- Hoe groter de kracht, hoe groter de druk.
- Hoe kleiner de kracht, hoe kleiner de druk.
- Druk kun je berekenen met de formule:
  druk = kracht : oppervlakte
- Er zijn voorwerpen die gemaakt zijn om de druk te verkleinen:
  - tractorbanden
  - rupsbanden
  - rijplaten
- Er zijn voorwerpen die gemaakt zijn om de druk te vergroten:
  - punaise
  - injectienaald
  - mes

BEGRIP

druk
Kracht die werkt op één vierkante centimeter van een oppervlakte.

Ga naar de *Flitskaarten*.

11 Schakelingen

AUTOMATISCH SCHAKELEN

In veel apparaten zitten elektronische schakelingen. Deze schakelingen kunnen dingen waarnemen en daarop reageren. Door zo'n schakeling kan een apparaat zelf een taak uitvoeren. Taken zijn bijvoorbeeld automatisch het licht aandoen als het donker wordt. Automatisch planten water geven als de grond te droog wordt. Of automatisch de verwarming aandoen als het te koud wordt.



INTRODUCTIE

THEORIE

AFSLUITING



Wat weet je al over schakelingen?

LEERDOELEN

1. Je kunt rekenen met de eenheid van stroomsterkte.
2. Je kunt uitleggen hoe je stroomsterkte meet.
3. Je kunt symbolen herkennen in een schakelschema.
4. Je kunt het verschil uitleggen tussen een serie- en parallelschakeling.

In hoofdstuk 1 van leerjaar 3 en in hoofdstuk 8 heb je al een aantal dingen over elektriciteit geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig als je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Reken om.

a 100 mA = ... A

b 1560 mA = ... A

c 0,036 A = ... mA

d 0,43 A = ... mA

2 In afbeelding 1 zie je twee proefopstellingen om de stroomsterkte door een lampje te meten.

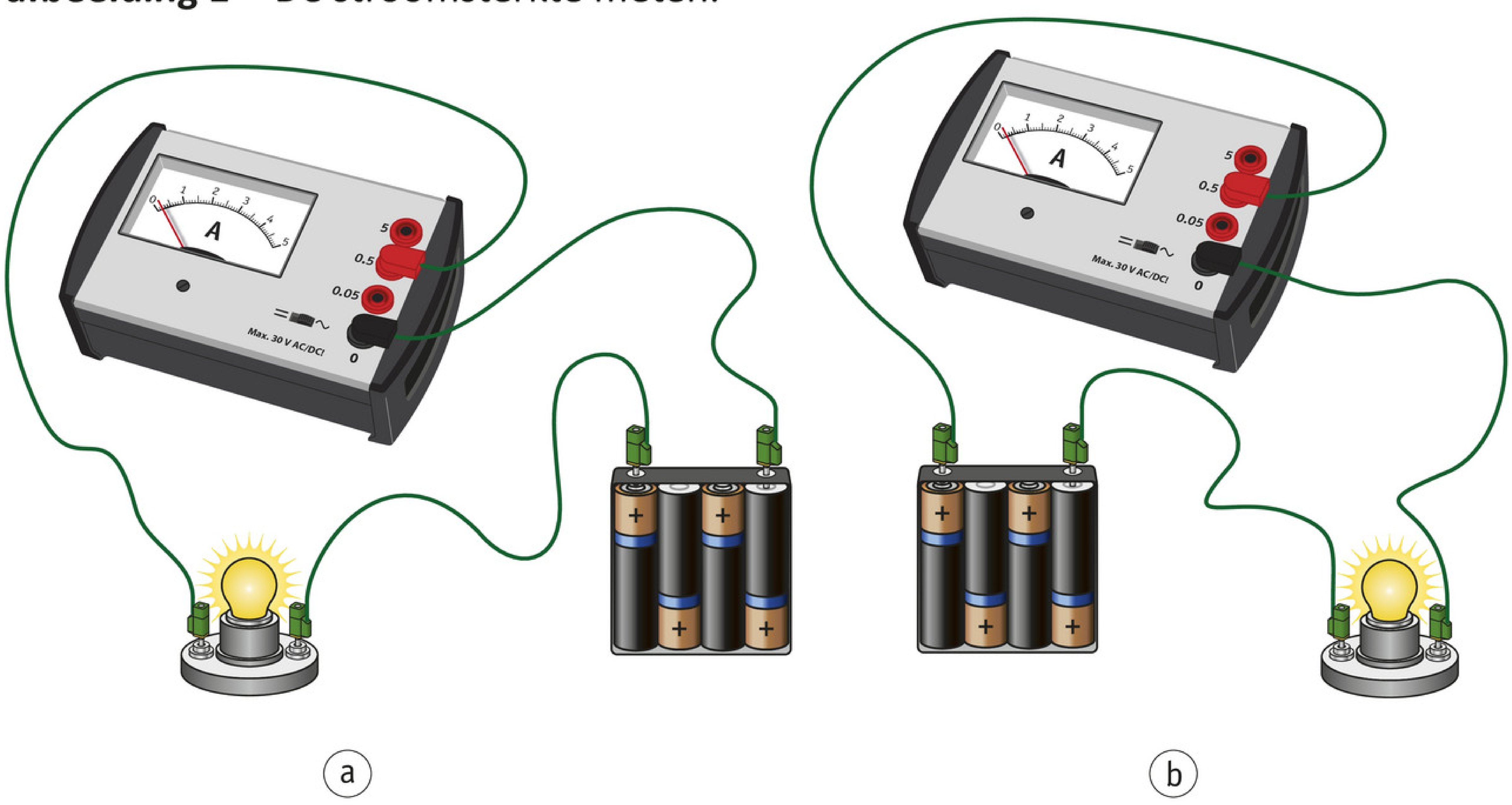
a Hoe heet het apparaat waarmee je de stroomsterkte meet?

....

b Met welke schakeling kun je de stroomsterkte door het lampje meten?

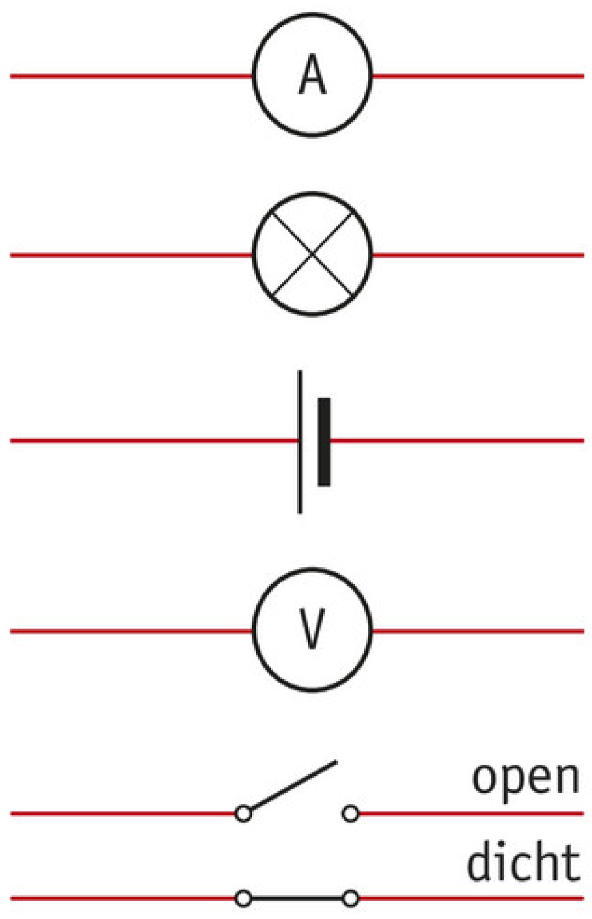
- ○ A met schakeling a
- ○ B met schakeling b
- ○ C met beide schakelingen
- ○ D met geen van beide schakelingen

afbeelding 1 De stroomsterkte meten.



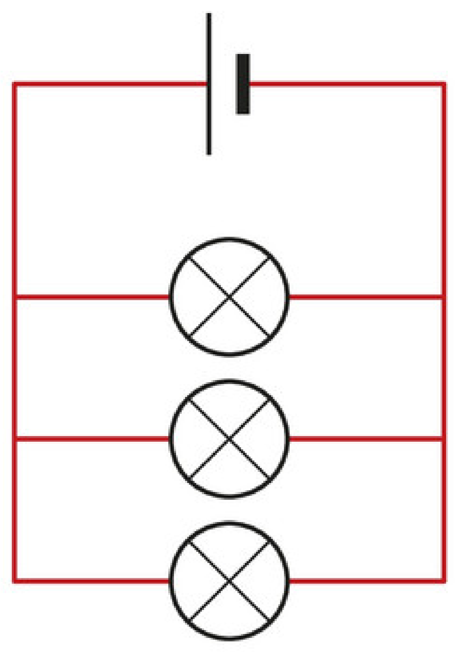
3 Koppel de juiste component aan elk symbool.

A
B
C
D
E



○ 1 batterij
○ 2 lamp
○ 3 schakelaar
○ 4 spanningsmeter
○ 5 stroommeter

4 Welke soort schakeling is getekend in het schakelschema van afbeelding 2?
SERIESCHAKELING / PARALLELSCHAKELING



afbeelding 2 Een schakeling.

5 Een serieschakeling bestaat uit *ÉÉN STROOMKRING / TWEE STROOMKRINGEN*.

Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Weerstand

LEERDOELEN

11.1.1 Je kunt beschrijven wat weerstand is.
11.1.2 Je kunt uitleggen hoe de stroomsterkte verandert als de weerstand groter of kleiner wordt.
11.1.3 Je kunt de weerstand meten met een multimeter.
11.1.4 Je kunt eenheden van weerstand omrekenen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	11.1.1	11.1.2	11.1.3	11.1.4
Onthouden	1, 3		7	
Begrijpen		2, 4a	8a	9, 10, 12
Toepassen		4b, 6	8bc, 11	
Analyseren		5ab		

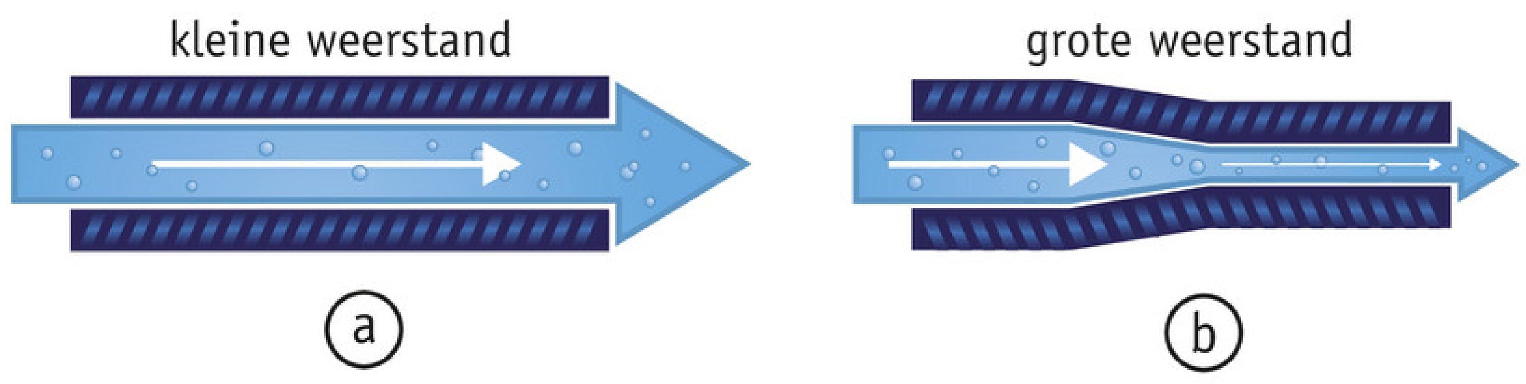
Weerstand betekent tegenwerken. Elk elektrisch apparaat werkt de stroom tegen die erdoorheen wil gaan.

STROOM TEGENWERKEN

In afbeelding 1a zie je water door een brede buis stromen. Het water stroomt er gemakkelijk doorheen. Het water wordt bijna niet tegengewerkt. Je zegt dan dat de **weerstand** voor het water klein is. In afbeelding 1b zie je dat de buis dunner wordt. Het water gaat er minder gemakkelijk doorheen. De weerstand voor het water is groter.

De weerstand van stromend water in een dunne buis is groter dan de weerstand van het water in een brede buis. Als de weerstand van de buis groter is, stroomt er minder water door de buis heen.

afbeelding 1 Water stroomt door twee verschillende buizen.



Bij elektriciteit werkt dat precies hetzelfde. Als stroom door een dikke koperdraad loopt, gaat dat gemakkelijk. Dan is er bijna geen weerstand voor de stroom.
De weerstand is dus klein. Gaat de stroom door een dunne draad, dan gaat de stroom er veel moeilijker doorheen. De weerstand is dan veel groter.

WEERSTANDEN IN EEN SCHAKELING

In elektronische schakelingen worden vaak kleine elektronica-onderdelen gebruikt. Die elektronica-onderdelen zijn belangrijk vanwege de weerstand die ze hebben. Zo'n onderdeel noem je een **weerstand**.
In afbeelding 2a zie je verschillende weerstanden. Afbeelding 2b is het symbool van een weerstand.

afbeelding 2 Weerstanden en het bijbehorende symbool.



ⓐ



ⓑ

Een weerstand kan een grote of een kleine waarde hebben. Hoe groot de weerstand is, wordt aangegeven met de eenheid ohm. Het symbool van ohm is Ω. Ω is de Griekse letter *omega*.

Lampen en apparaten hebben ook een weerstand. Hoe kleiner de weerstand van een apparaat, hoe meer stroom door het apparaat gaat. Hoe groter de weerstand van een apparaat, hoe minder stroom door het apparaat gaat.

PROEF 1 STROOMSTERKTE METEN DOOR WEERSTANDEN

20 minuten

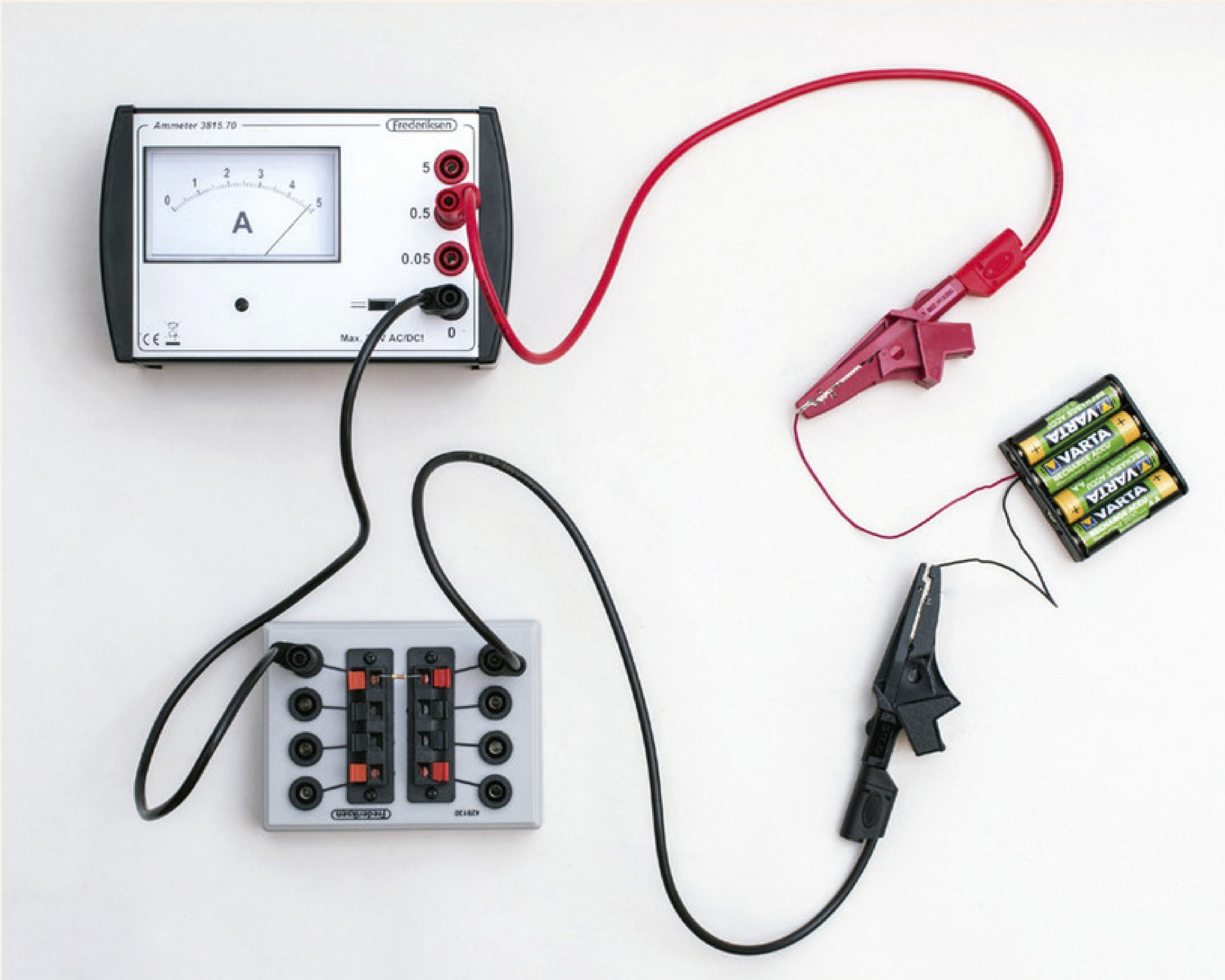
Wat je nodig hebt

- ☐ stroommeter (ampèremeter) van 0-5 A
- ☐ batterijhouder met 4 oplaadbare batterijen van 1,2 V
- ☐ weerstand van 10 Ω
- ☐ weerstand van 20 Ω
- ☐ weerstand van 30 Ω
- ☐ 2 krokodillenklemmen
- ☐ 3 snoeren

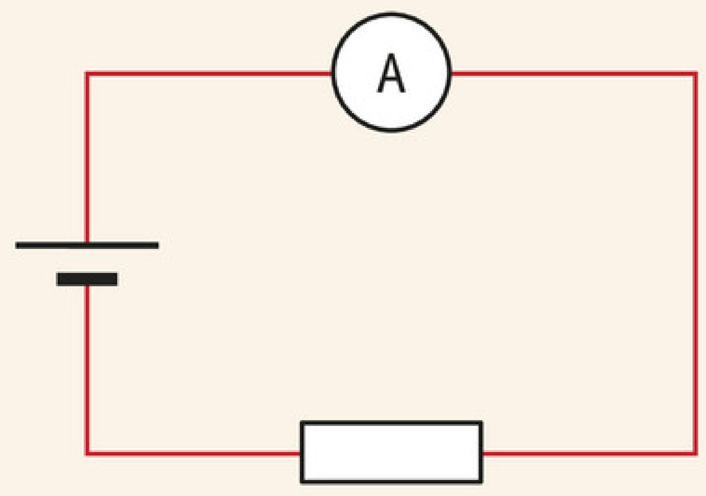
Uitvoering

- Maak de schakeling van afbeelding 3. Ga als volgt te werk:
  - Sluit de plus (+) van de batterij aan op het contact van 5 A van de stroommeter.
  - Sluit de min (−) van de stroommeter aan op de weerstand.
  - Sluit de weerstand van 10 Ω aan op de min (−) van de batterij.

afbeelding 3 Meten van de stroomsterkte door één weerstand.



a



b

- Kijk op de meter hoe groot de stroomsterkte is door de weerstand.

1 De stroomsterkte op de schaal van 5 A is *WEL* / *NIET* nauwkeurig af te lezen.

- Haal het snoer uit het contact van 5 A van de stroommeter.
- Steek het snoer in het contact van 0,5 A.

2 De stroomsterkte op de schaal van 0,5 A is *WEL* / *NIET* nauwkeurig af te lezen.

- Lees op de meter de stroomsterkte af die door de weerstand gaat.

3 De stroomsterkte door de weerstand is .... A.

- Haal de weerstand van 10 Ω uit de schakeling.
- Sluit de weerstand van 20 Ω aan op dezelfde plek.
- Lees op de meter de stroomsterkte af die door de weerstand gaat.

4 De stroomsterkte die door de weerstand van 20 Ω loopt,

is .... A.

5

a De weerstand van 20 Ω is .... × zo groot als de weerstand van 10 Ω.

b Vergelijk de stroomsterkte door de weerstand van 20 Ω met de stroomsterkte door de weerstand van 10 Ω. Hoeveel keer is de stroomsterkte kleiner?
verkleining van de stroomsterkte = stroomsterkte door 10 Ω : stroomsterkte door 20 Ω

verkleining van de stroomsterkte = ... A : .... A = ...

6 Als de weerstand .... × zo groot wordt, dan wordt de stroomsterkte .... × zo klein.

- Haal de weerstand van 20 Ω uit de schakeling.
- Sluit de weerstand van 30 Ω aan op dezelfde plek.
- Lees op de meter de stroomsterkte af die door de weerstand gaat.

7 De stroomsterkte door de weerstand van 30 Ω is .... A.

8 **a** De weerstand van 30 Ω is .... × zo groot als de weerstand van 10 Ω.

b Vergelijk de stroomsterkte door de weerstand van 30 Ω met de stroomsterkte door de weerstand van 10 Ω. Hoeveel keer is de stroomsterkte kleiner?
verkleining van de stroomsterkte = stroomsterkte door 10 Ω : stroomsterkte door 30 Ω

verkleining van de stroomsterkte = ... A : .... A = ...

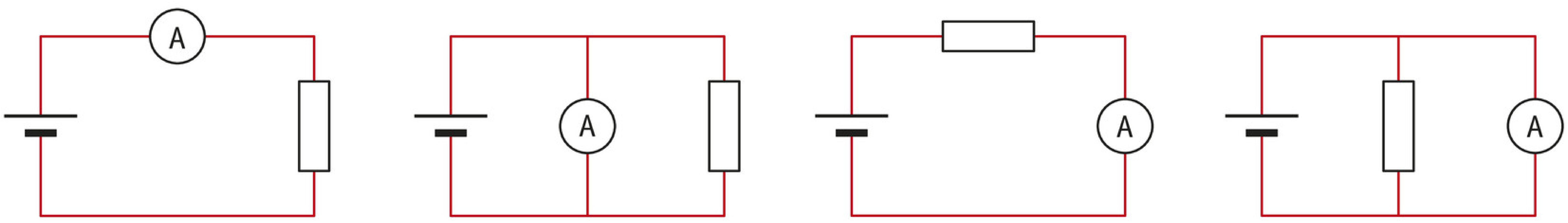
9 Als de weerstand .... × zo groot wordt, dan wordt de stroomsterkte .... × zo klein.

- Ruim alles netjes op.

1 Teken het symbool van een weerstand.



2 Je moet de stroomsterkte door een weerstand meten.
In welke twee schema's is de juiste aansluiting getekend?



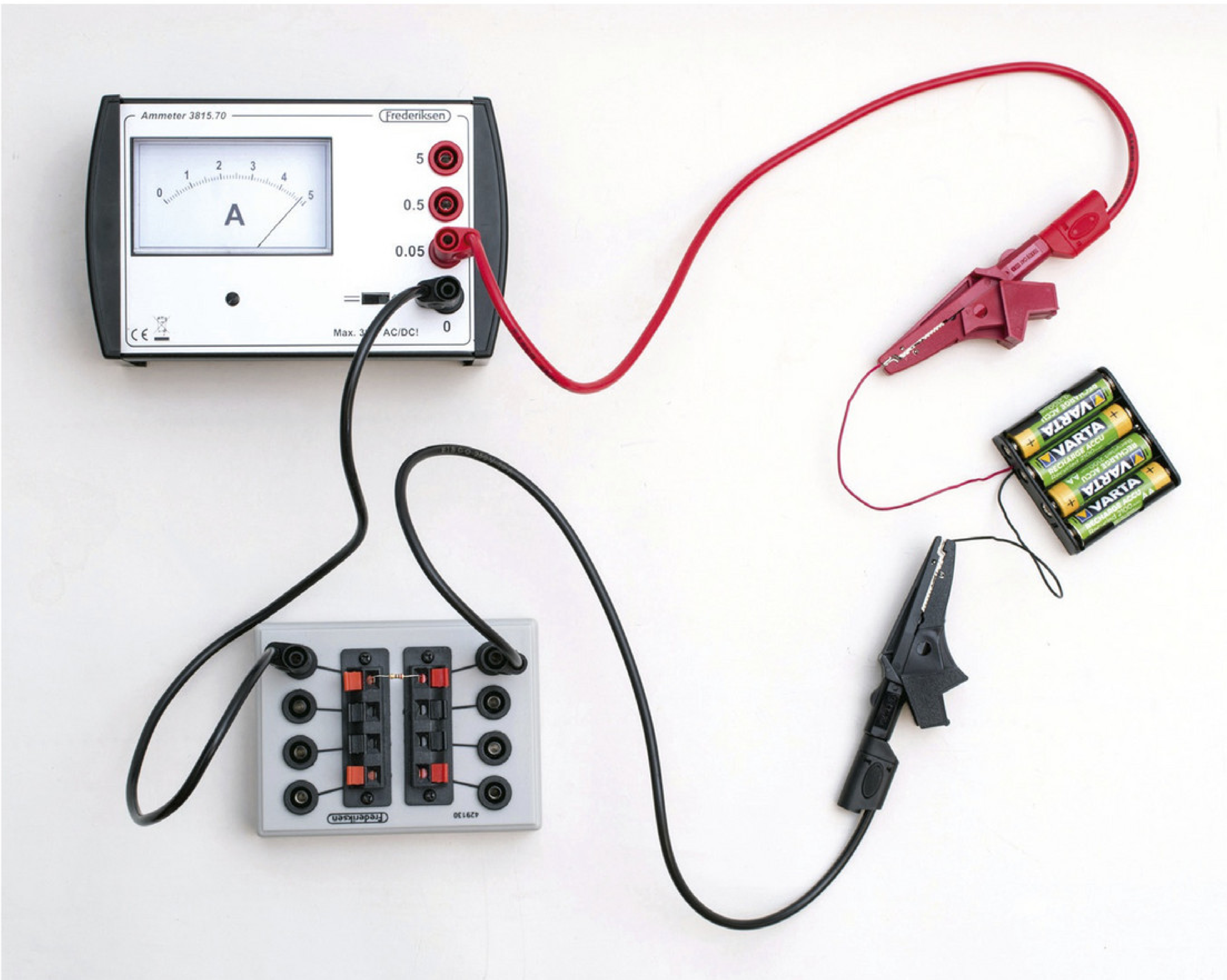
☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

3 Weerstand is een grootheid, want weerstand kun je meten.
Wat is de eenheid van weerstand?

De eenheid van weerstand is ...., het symbool is ....

4
a De stroommeter in afbeelding 4 is aangesloten op het contact van 0,05 A. De weerstand is 100 Ω.
Hoe groot is de stroomsterkte door deze weerstand?
- ○ A 0,048 A
- ○ B 0,48 A
- ○ C 4,8 A

b Je vervangt de weerstand in afbeelding 4 door een weerstand van 200 Ω.
Hoe groot is de stroomsterkte door deze weerstand?
- ○ A 0,024 A
- ○ B 0,048 A
- ○ C 0,096 A



afbeelding 4 Schakeling met stroommeter en weerstand.

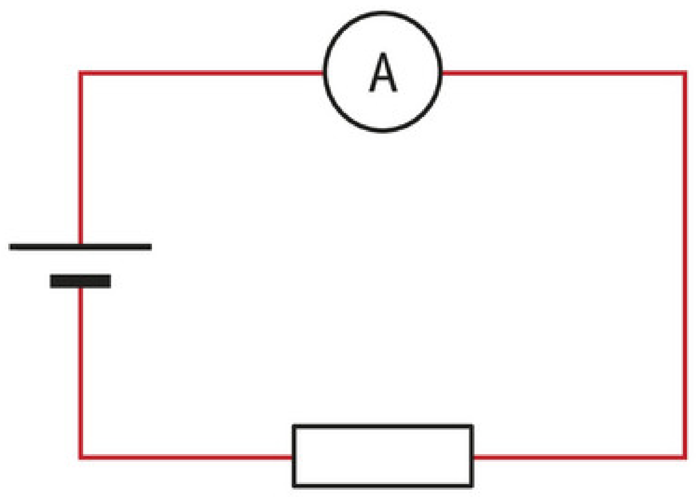
★ 5 Tijdens een practicum maakt Marc de schakeling van afbeelding 5. De waarde van de weerstand is 220 Ω. Hij meet de stroomsterkte door de weerstand. Deze is 50 mA. Marc vervangt de weerstand door een weerstand van 110 Ω.

a De stroomsterkte die Marc nu meet, is *GROTER DAN / GELIJK AAN / KLEINER DAN* zijn eerste meting.

b Wat moet Marc doen om een kleinere stroomsterkte in zijn schakeling te krijgen?

....

....



afbeelding 5 De stroomsterkte door een weerstand meten.

6

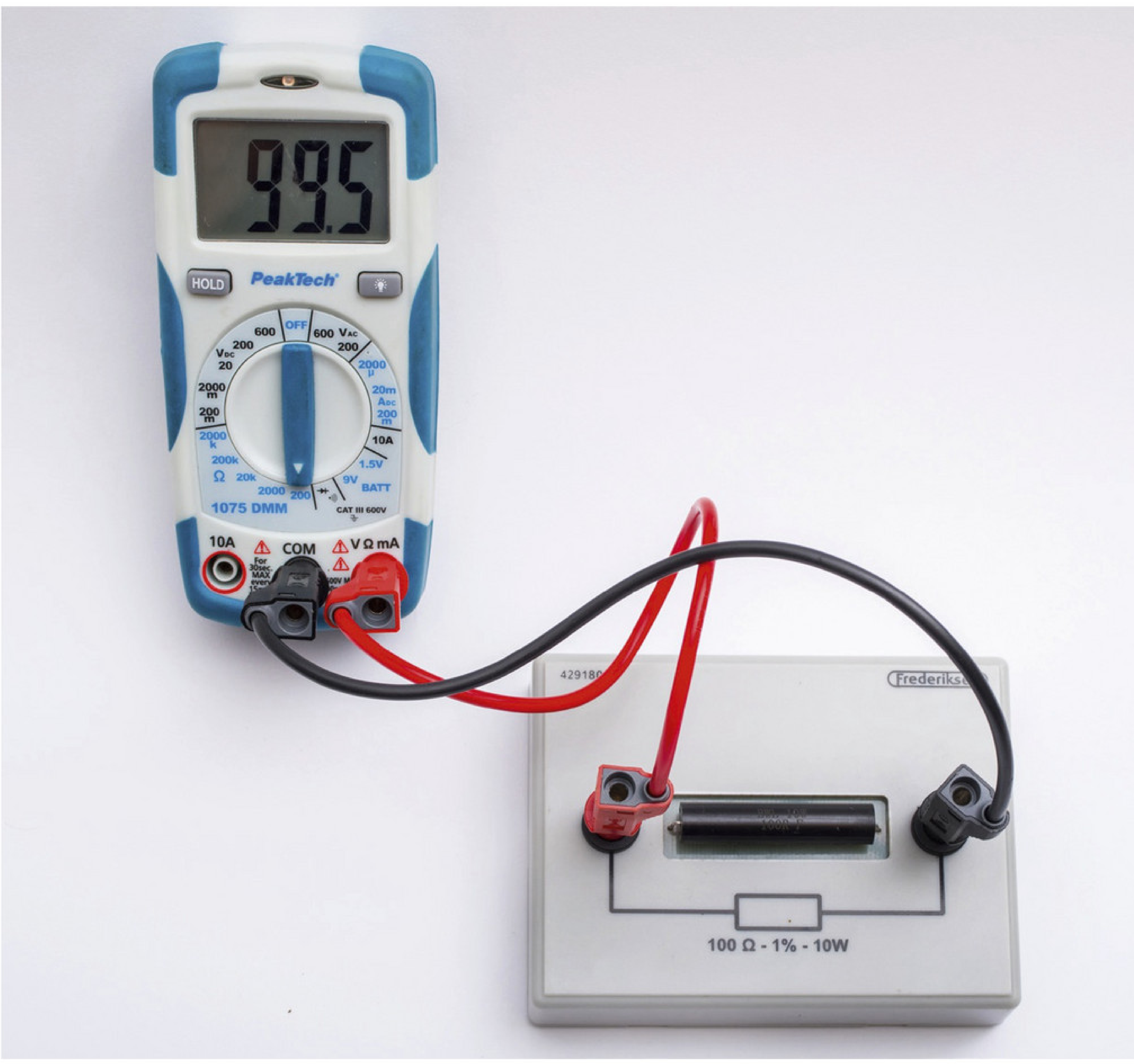
Een weerstand in een schakeling wordt 2× zo groot.
Wat gebeurt er met de stroomsterkte in de schakeling?

- ○ A De stroomsterkte wordt dan 2× zo klein.
- ○ B De stroomsterkte blijft dan gelijk.
- ○ C De stroomsterkte wordt dan 2× zo groot.

WEERSTAND METEN

Weerstand kun je meten met een **multimeter**. Je maakt hiervoor een opstelling zoals in afbeelding 6. De multimeter sluit je direct aan op de twee contacten van een weerstand. In de multimeter gebruik je de contacten COM en VΩA. De multimeter meet nu hoe groot de weerstand is. Op het display van de meter lees je de waarde van de weerstand af. De waarde van de weerstand is 99,5 Ω.

Met een multimeter kun je de weerstand meten, maar ook de stroomsterkte en de spanning. Je zet daarvoor de keuzeknop op Ω (voor weerstand), op A⎓ (voor stroomsterkte) of op V⎓ (voor spanning). De stand AC gebruik je niet.
Bij andere merken multimeters kunnen de aanduidingen anders zijn.



afbeelding 6 Weerstand meten met een multimeter.

Je hebt multimeters die je handmatig op de juiste schaal moet zetten (afbeelding 7a). Hierbij kies je altijd de schaal waarin de waarde van de weerstand net ‘past’. Een weerstand van 1500 Ω past niet in de schaal 0-200 Ω. Die schaal gebruik je dus niet. Hij past wel in de schaal 0-2000 Ω, maar ook in de schaal 0-20 000 Ω. Bij een weerstand van 1500 Ω kies je voor de schaal 0-2000 Ω. Daar past 1500 Ω nog net in. Op de meter wordt de 0 bij de schaal steeds weggelaten.

Je hebt ook multimeters met *autoranging* (afbeelding 7b). Deze multimeters kiezen zelf de juiste schaal. Je hoeft dan zelf geen schaal in te stellen. Je hoeft de multimeter alleen maar aan te sluiten op de weerstand.

afbeelding 7 Twee soorten multimeters.



a handmatige instelling

b autoranging

Voor een weerstand van meer dan 1000 Ω gebruik je vaak de eenheid kΩ (kilo-ohm). Kilo betekent 1000. Eén kilo-ohm is 1000 ohm.
1 kΩ = 1000 Ω
Een weerstand van 1,5 kΩ is dus 1500 Ω.

Als het duidelijk is dat je met weerstanden aan het werk bent, wordt vaak het Ω-teken weggelaten. Bijvoorbeeld op de multimeter. 20k betekent dan 20 kΩ of 20 000 Ω.

PROEF 2 DE WEERSTAND METEN MET EEN MULTIMETER

20 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ weerstand 1 van 470 Ω
- ☐ weerstand 2 van 2200 Ω
- ☐ weerstand 3 van 33 kΩ
- ☐ 2 snoeren
- ☐ digitale multimeter met handmatige schaalinstelling voor weerstand

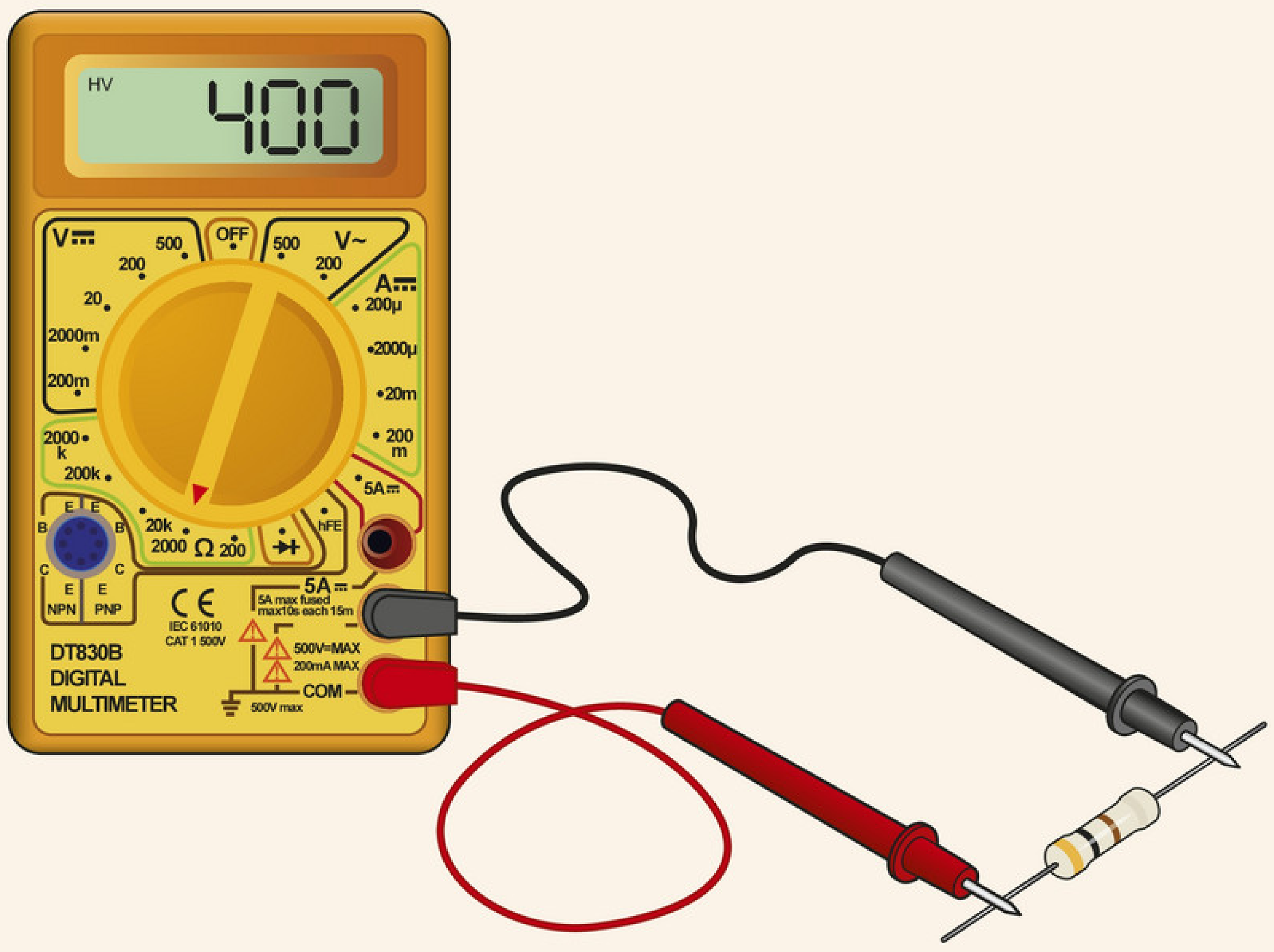
Uitvoering

- Zet de keuzeknop van de meter in de stand om weerstand te meten.

1 Weerstand 1 is 470 Ω.
Op welke schaal moet je de multimeter instellen voor een nauwkeurige meting?

- ○ A op 200
- ○ B op 2000
- ○ C op 20k
- ○ D op 200k

- Sluit weerstand 1 aan op de meter zoals in afbeelding 8.



afbeelding 8 Meten van de weerstand met een multimeter.

- Wacht tot het getal op het scherm van de meter niet meer verandert.

2 Hoe groot is de waarde van weerstand 1?

.... Ω

3 Weerstand 2 is 2200 Ω.
Op welke schaal moet je de multimeter instellen voor een nauwkeurige meting?

- ○ A op 200
- ○ B op 2000
- ○ C op 20k
- ○ D op 200k

- Sluit weerstand 2 aan op de meter.

4 Hoe groot is de waarde van weerstand 1?

.... Ω

5 Weerstand 3 is 33 kΩ.
Op welke schaal moet je de multimeter instellen voor een nauwkeurige meting?

○ A op 200
○ B op 2000
○ C op 20k
○ D op 200k

- Sluit weerstand 3 aan op de meter.

6 Hoe groot is de waarde van weerstand 1?

.... kΩ = ... Ω

7 De waarde die je met de multimeter meet, wijkt meestal *EEN BEETJE* / *NIET* af van de waarde die is opgegeven.

- Ruim alles netjes op.

7 Welke drie grootheden kun je meten met een multimeter?

1 ....

2 ....

3 ....

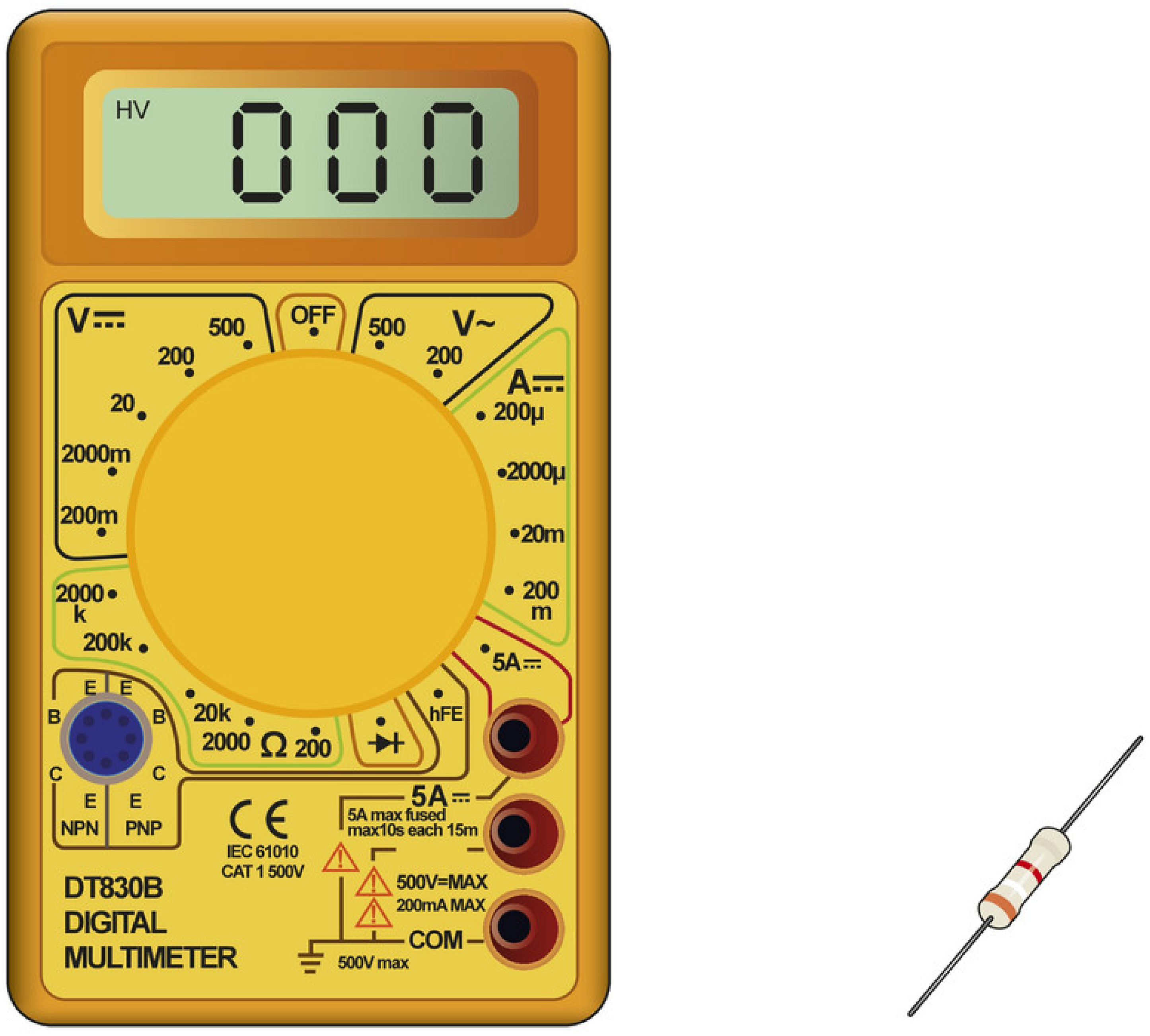
8 Evie wil tijdens een practicum de waarde van een weerstand controleren. Op de weerstand staat dat hij 3900 Ω is.

a Teken in afbeelding 9 hoe Evie de schakeling moet maken. Gebruik de twee onderste contacten aan de rechterkant.

b Evie wil de weerstand zo nauwkeurig mogelijk meten.
Geef in afbeelding 9 met een pijl aan in welke stand Evie de grote ronde schakelaar moet zetten.

c Evie kan de multimeter ook instellen op 2000k.
Hoeveel ohm kan Evie op deze stand maximaal meten met de multimeter?

....



afbeelding 9 Hoe meet Evie de waarde van de weerstand?

9 Reken om.

2,5 kΩ = ... Ω

12 kΩ = ... Ω

380 kΩ = ... Ω

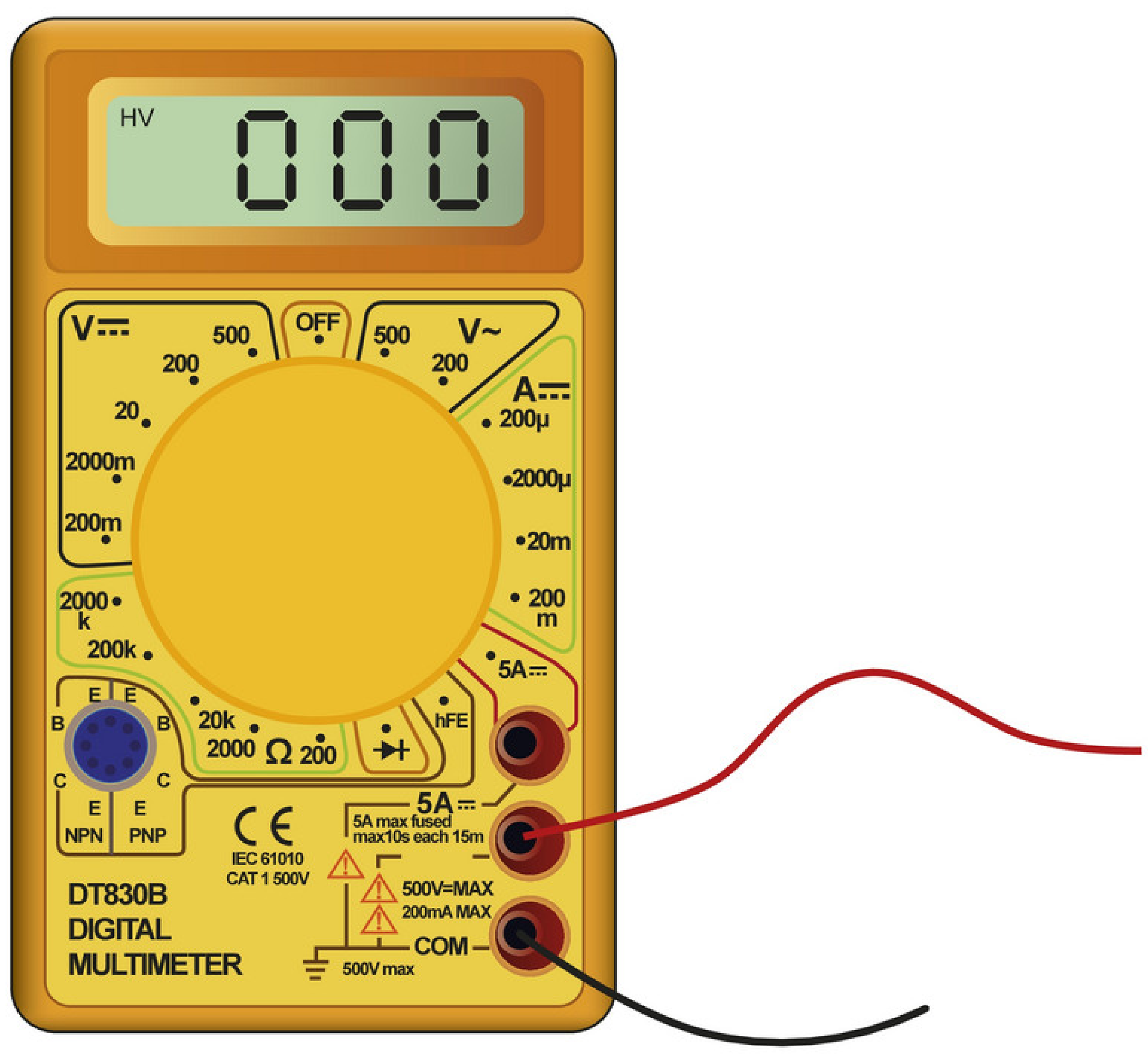
10 Reken om.

700 Ω = ... kΩ

4500 Ω = ... kΩ

220 000 Ω = ... kΩ

11 Frank heeft de multimeter van afbeelding 10 ingebouwd in een schakeling. Hij wil met de multimeter de stroomsterkte meten. Hij verwacht dat de stroomsterkte ongeveer 10 mA zal zijn. Frank wil zo nauwkeurig mogelijk meten.
Teken met een pijl op welke stand Frank de ronde schakelaar moet zetten.



afbeelding 10 De multimeter gebruiken als stroommeter.

12 Vul de juiste eenheid in.

10 000 Ω = 10 ....

15 kΩ = 15 000 ....

3750 Ω = 3,75 ....

1,7 kΩ = 1700 ....

ONTHOUD

Weerstand geeft aan hoe water of elektrische stroom wordt tegengewerkt.

Elektrische stroom gaat gemakkelijk door een dikke koperdraad.
Elektrische stroom heeft in een dikke draad bijna geen weerstand.
De weerstand van een dikke draad is dus klein.
Als de weerstand kleiner wordt, wordt de stroomsterkte groter.

Elektrische stroom gaat moeilijker door een dunne draad.
Elektrische stroom heeft in een dunne draad veel weerstand.
De weerstand van een dunne draad is groot.
Als de weerstand groter wordt, wordt de stroomsterkte kleiner.

Een weerstand is een elektronica-onderdeel dat de stroom tegenwerkt.
Lampen en apparaten hebben ook een weerstand.

De eenheid van weerstand is ohm (Ω).
Je rekent ohm (Ω) om naar kilo-ohm (kΩ) door de waarde te delen door 1000.

De waarde van een weerstand kun je meten met een multimeter.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Weerstand, spanning en stroomsterkte

LEERDOELEN

11.2.1 Je kunt de waarde van een weerstand berekenen.
11.2.2 Je kunt een stroom-spanningdiagram tekenen.
11.2.3 Je kunt een stroom-spanningdiagram aflezen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	11.2.1	11.2.2	11.2.3
Onthouden	1, 2		
Begrijpen			7ab, 9abcd
Toepassen	3, 4, 5b, 6, 8c	8ab	
Analyseren	9e	8d	9f

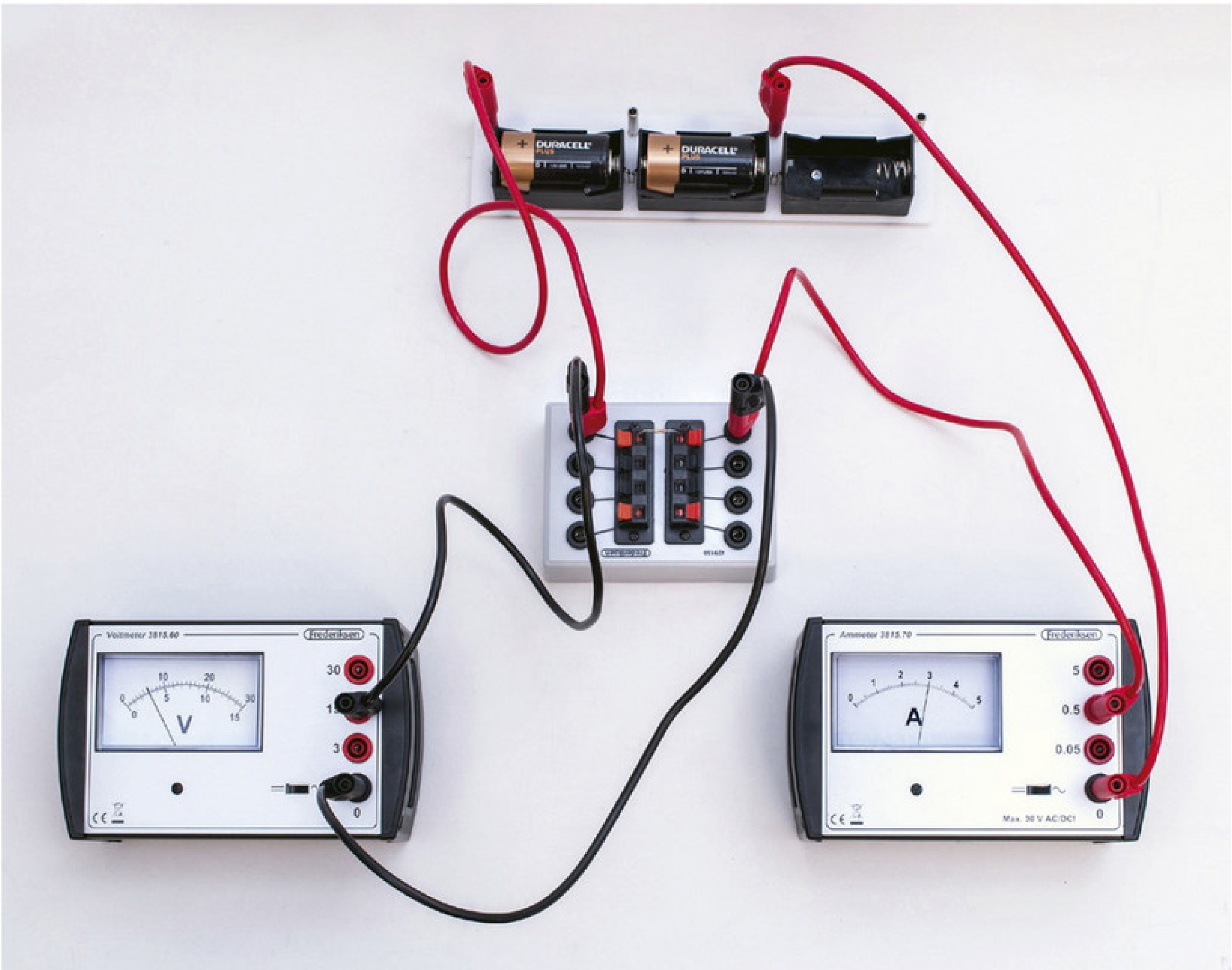
Door een apparaat waarover spanning staat, loopt stroom. De grootte van de stroom hangt af van de weerstand van het apparaat en van de spanning over het apparaat.

DE WEERSTAND BEREKENEN

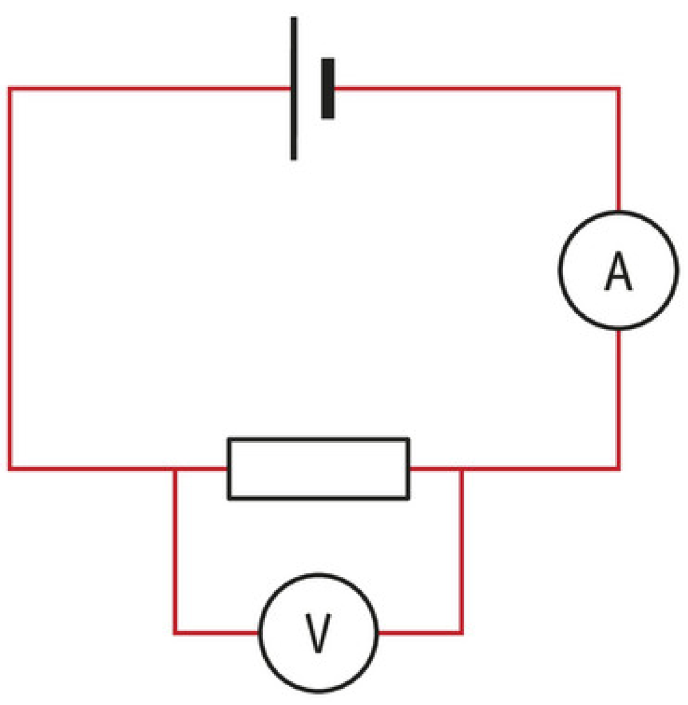
De waarde van een weerstand kun je meten met een multimeter. Maar er is nog een andere manier om de waarde van de weerstand te meten. Hiervoor moet je de spanning *over* de weerstand en de stroomsterkte *door* de weerstand meten.

De spanning meet je met een spanningsmeter. Een spanningsmeter moet je parallel schakelen met de weerstand. Dit zijn de zwarte snoeren in afbeelding 1. De stroomsterkte meet je met een stroommeter. Een stroommeter moet je in serie schakelen met de lamp. Dit zijn de rode snoeren in afbeelding 1. Het schema van de schakeling staat in afbeelding 2.

afbeelding 1 Schakeling om de spanning en stroomsterkte te meten.



afbeelding 2 Schema van de schakeling.



Nu weet je de spanning en de stroomsterkte. Daarmee kun je de waarde van de weerstand berekenen. Daarvoor gebruik je de volgende formule:

weerstand = spanning : stroomsterkte

VOORBEELDOPDRACHT 1

In afbeelding 1 geeft de spanningsmeter een spanning aan van 3,0 V. De stroommeter geeft 0,30 A aan.
Bereken de waarde van de weerstand.

gegevens spanning = 3,0 V
stroomsterkte = 0,30 A

gevraagd weerstand = ? Ω

uitwerking weerstand = spanning : stroomsterkte
weerstand = 3,0 : 0,30 = 10 Ω

De waarde van de weerstand is dus 10 Ω.

1 Noteer de formule waarmee je weerstand kunt berekenen.

....

2 Je wilt de waarde van een weerstand meten, maar je hebt geen multimeter.
Welke twee meetapparaten heb je nodig om toch de waarde van de weerstand te kunnen meten?

1 ....

2 ....

3 Een weerstand is aangesloten op een spanning van 12 V. De stroomsterkte door de weerstand is 0,030 A.
Bereken de waarde van de weerstand.

gegevens spanning = ... V

stroomsterkte = ... A

gevraagd weerstand = ? Ω

uitwerking weerstand = spanning : stroomsterkte

weerstand = ... : .... = ... Ω

4 Een elektromotor is aangesloten op een spanning van 9,0 V. Door de motor loopt een stroom van 0,45 A.
Bereken de weerstand van de elektromotor.

gegevens spanning = ...

stroomsterkte = ...

gevraagd weerstand = ?

uitwerking weerstand = ... : ....

weerstand = ... : .... = ...

5 Een zoemer is aangesloten op een spanning van 12,0 V. De stroomsterkte door de zoemer is 60 mA.

a Reken de stroomsterkte om van mA (milliampère) naar A (ampère).

60 mA = ... A

b Bereken de weerstand van de zoemer.

....

....

....

....

....

....

6 In een schakeling zit een extra weerstand zodat de stroomsterkte klein blijft.
De spanning over de weerstand is 6,0 V. De stroomsterkte door de weerstand is 20 mA.
Bereken de waarde van de weerstand.

....

....

....

....

....

....

STROOM-SPANNINGDIAGRAM

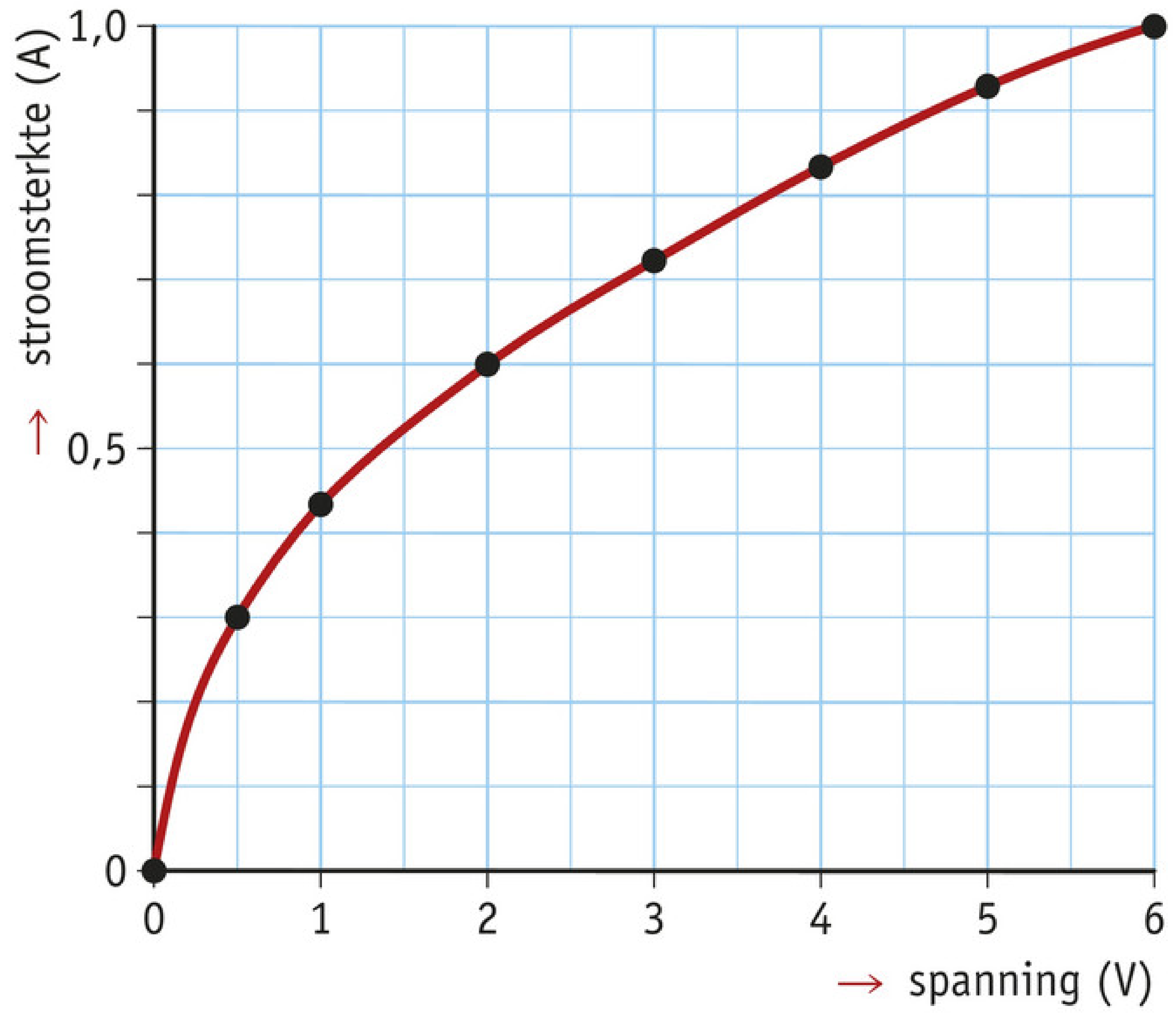
De spanningsbron van een schakeling kan ook een regelbare voeding zijn in plaats van een batterij. Met een regelbare voeding kun je de spanning telkens iets groter maken. Als de spanning verandert, verandert ook de stroomsterkte. De stroomsterkte kun je telkens aflezen op een stroommeter.

Als voorbeeld zijn op die manier de spanning over en de stroomsterkte door een lamp gemeten. De meetwaarden staan in tabel 1. Van de meetwaarden is een grafiek getekend in een **stroom-spanningdiagram** (afbeelding 3).

In het diagram staat op de horizontale as (de as die ligt) de spanning. Op de verticale as (de as die rechtop staat) staat de stroomsterkte. Bij elke meetwaarde staat een punt. De punten zijn met een vloeiende lijn met elkaar verbonden.

tabel 1 De ingestelde spanning met de gemeten stroomsterkte.

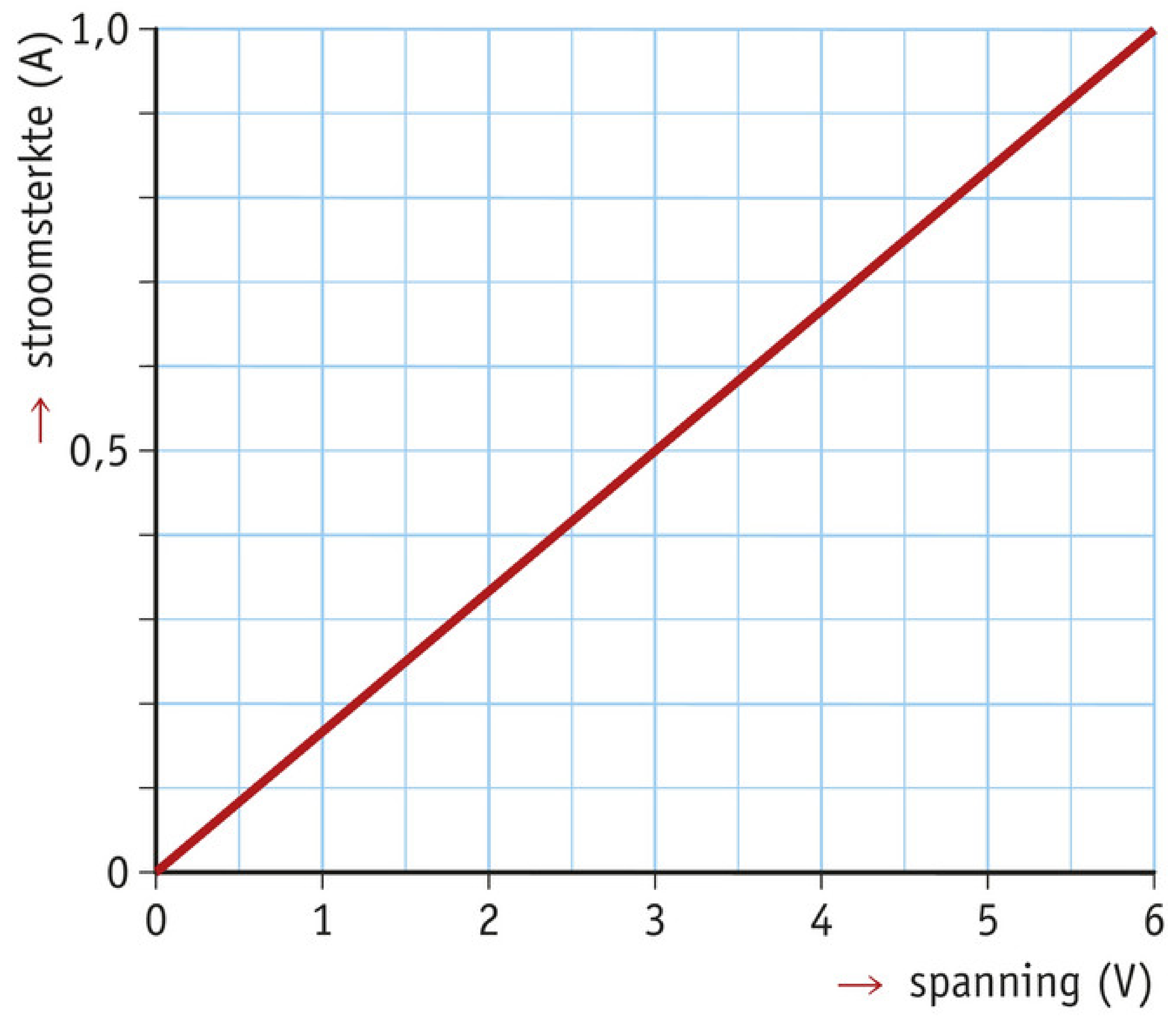
spanning (V)	stroom (A)
0,0	0,0
0,5	0,30
1,0	0,43
2,0	0,60
3,0	0,72
4,0	0,83
5,0	0,92
6,0	1,0



afbeelding 3 Stroom-spanningdiagram van een lamp.

De lijn in het stroom-spanningdiagram van afbeelding 3 is geen rechte lijn, maar een kromme lijn. Dat betekent dat de weerstand telkens verandert. De weerstand van een lampje neemt toe als je de spanning groter maakt. Dat gebeurt ook met de weerstand van motoren, zoemers en andere apparaten. Maar omgekeerd geldt ook: verlaag je de spanning, dan verlaag je de weerstand. Dat geldt voor veel materialen, maar niet voor alle materialen. Het geldt bijvoorbeeld niet voor constantaan.

Constantaan is een legering van de metalen koper, nikkel en mangaan. Constantaan heeft een bijzondere eigenschap: de weerstand blijft gelijk als de spanning hoger wordt. In afbeelding 4 zie je het stroom-spanningdiagram van een constantaandraad. De grafiek is een rechte lijn. Dat betekent dat de waarde van de weerstand hetzelfde is bij verschillende spanningen. Constantaandraad wordt gebruikt in meetapparaten.



afbeelding 4 Stroom-spanningdiagram van constantaandraad.

PROEF 1 STROOM-SPANNINGDIAGRAMMEN MAKEN

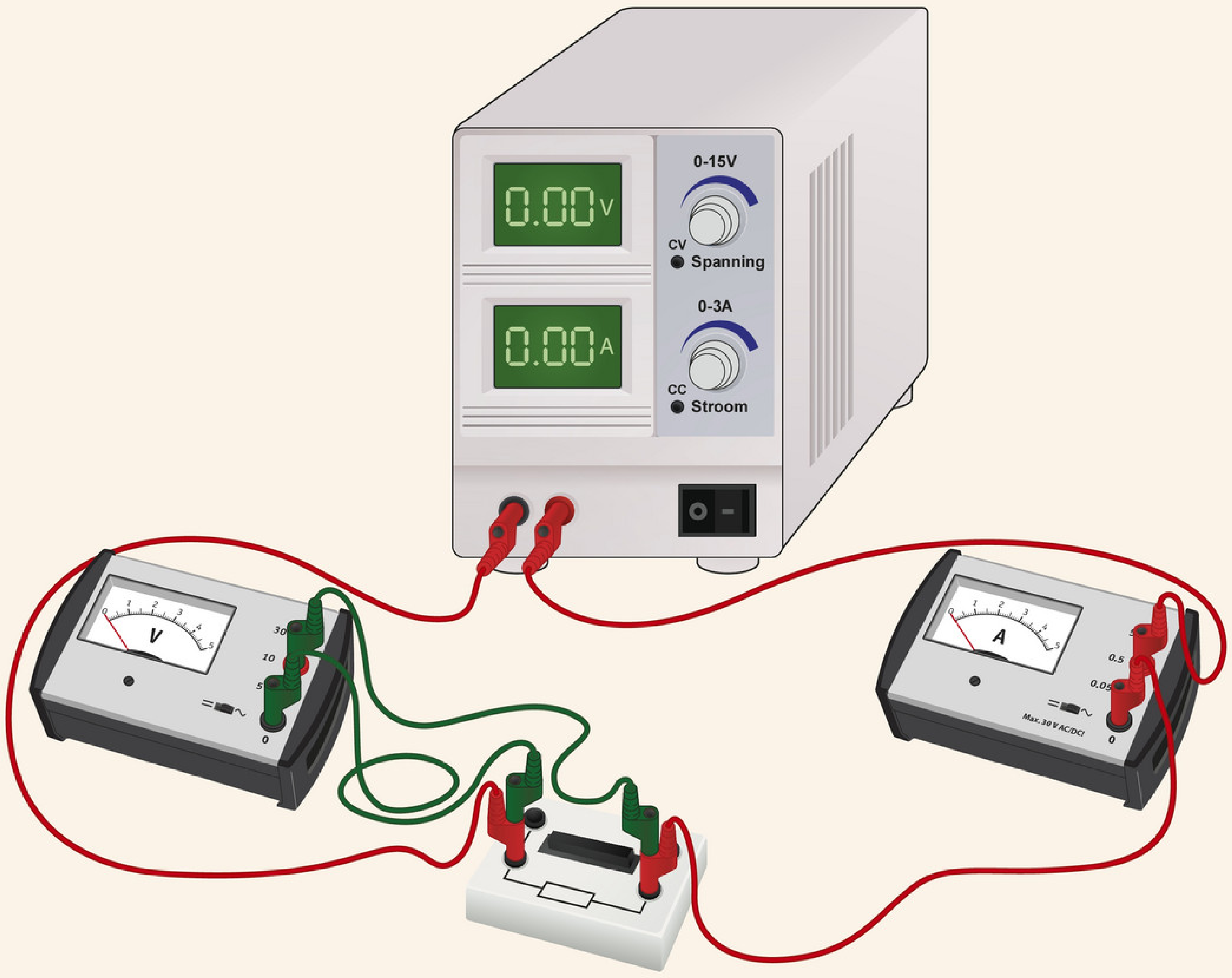
40 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ spanningsmeter van 15 V
- ☐ stroommeter van 0,5 A
- ☐ regelbare voeding van 20 V
- ☐ 3 rode snoeren
- ☐ 2 groene snoeren
- ☐ weerstand 20 Ω / 12 W
- ☐ gloeilampje 6 V / 6 W in houder

Uitvoering

- Maak de schakeling van afbeelding 5.
- Sluit de stroommeter aan op 0,5 A.
- Sluit de spanningsmeter aan op 15 V.
- Zorg ervoor dat de knop van de voeding op 0 staat (linksom draaien).
- Schakel de voeding in.
- Draai aan de knop van de voeding tot de spanningsmeter 1 V aangeeft.
- Lees de stroommeter af en noteer de stroomsterkte in tabel 2.
- Draai de spanning telkens 1 V hoger.
- Lees de stroomsterkte steeds af en noteer die in de tabel.
- Ga door tot de spanning 6 V is.



afbeelding 5 De aansluiting voor de meting.

tabel 2 Stroom en spanning meten over een weerstand.

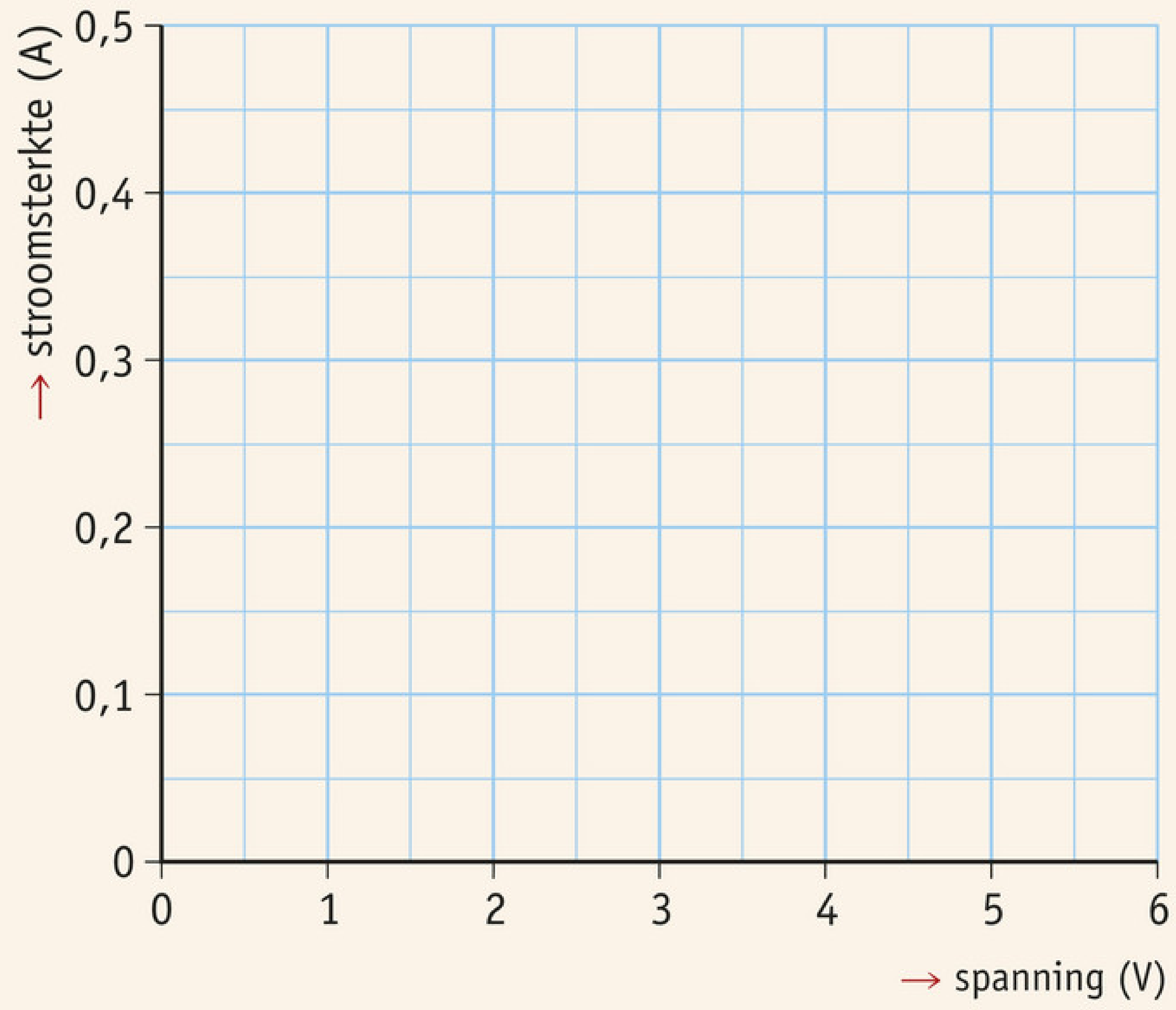
spanning (V)	stroomsterkte (A)	weerstand (Ω)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

1 Zet de meetpunten van tabel 2 op de juiste plaats in het stroom-spanningdiagram (afbeelding 6).

2 Teken de grafiek door de meetpunten.

3 De grafiek die je hebt getekend is een *KROMME* / *RECHTE* lijn.

4 Bereken bij elke spanning in tabel 2 de waarde van de weerstand met de formule:
weerstand = spanning : stroomsterkte
Noteer de weerstandswaarde in de laatste kolom.



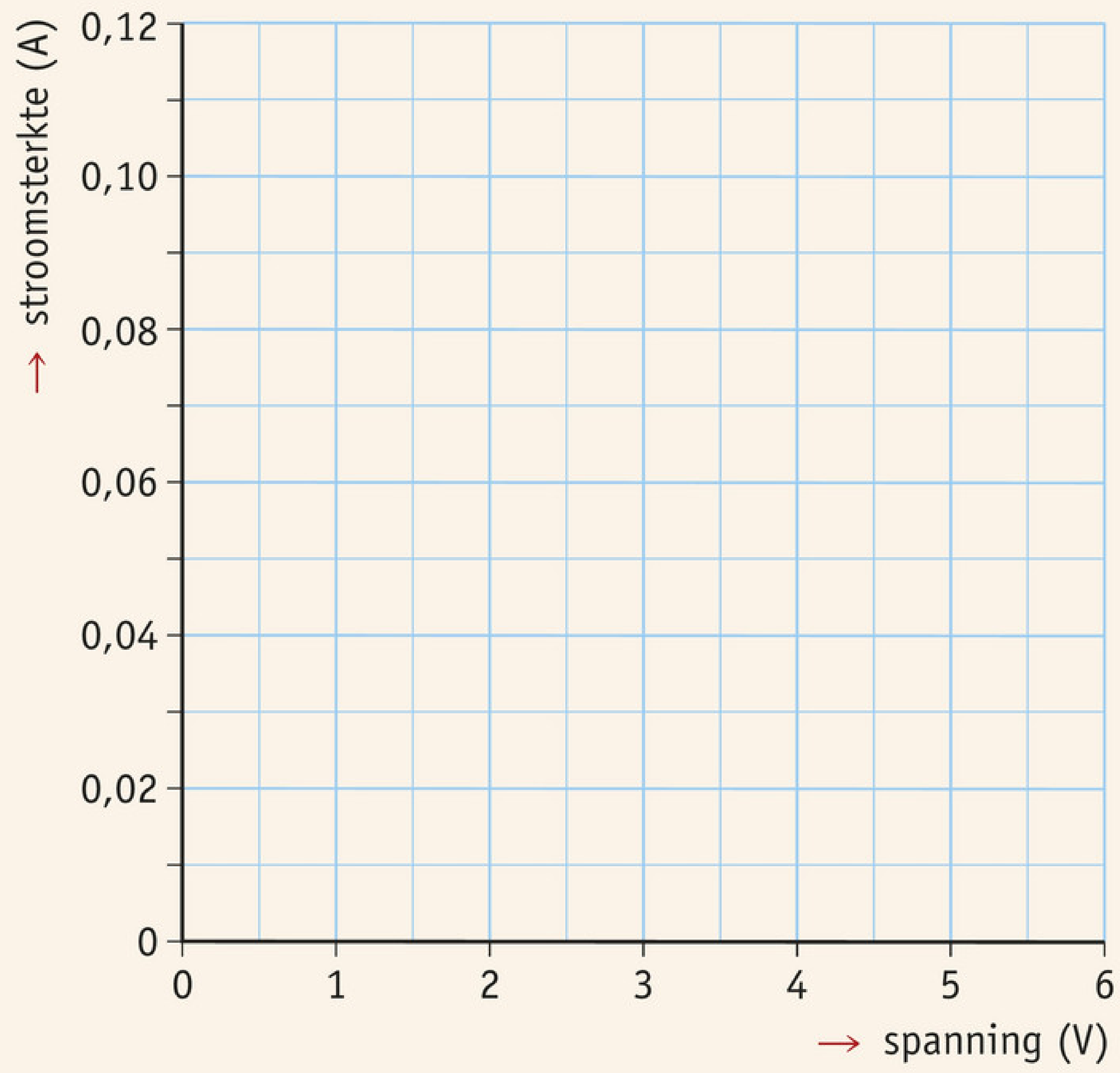
afbeelding 6 Stroom-spanningdiagram van een weerstand.

- Vervang de weerstand in afbeelding 5 door het gloeilampje.
- Sluit de stroommeter aan op 0,5 A.
  (Het kan zijn dat je voor de eerste metingen de stroommeter op 0,05 A moet zetten, maar dat merk je vanzelf.)
- De spanningsmeter blijft aangesloten op 15 V.
- Zorg ervoor dat de knop van de voeding op 0 staat (linksom draaien).
- Schakel de voeding in.
- Draai aan de knop van de voeding tot de spanningsmeter 1 V aangeeft.
- Lees de stroommeter af en noteer de stroomsterkte in tabel 3.
- Draai de spanning telkens 1 V hoger.
- Lees de stroomsterkte steeds af en noteer die in de tabel.
- Ga door tot de spanning 6 V is.

tabel 3 Stroom en spanning meten over een gloeilampje.

spanning (V)	stroomsterkte (A)	weerstand (Ω)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

5 Zet de meetpunten van tabel 3 op de juiste plaats in het stroom-spanningdiagram (afbeelding 7).



afbeelding 7 Stroom-spanningdiagram van een lamp.

6 Teken de grafiek door de meetpunten.

7 De grafiek die je hebt getekend is een *KROMME* / *RECHTE* lijn.

8 Bereken bij elke spanning in tabel 3 de weerstand van het lampje met de formule:
weerstand = spanning : stroomsterkte
Noteer de weerstandswaarde in de laatste kolom.

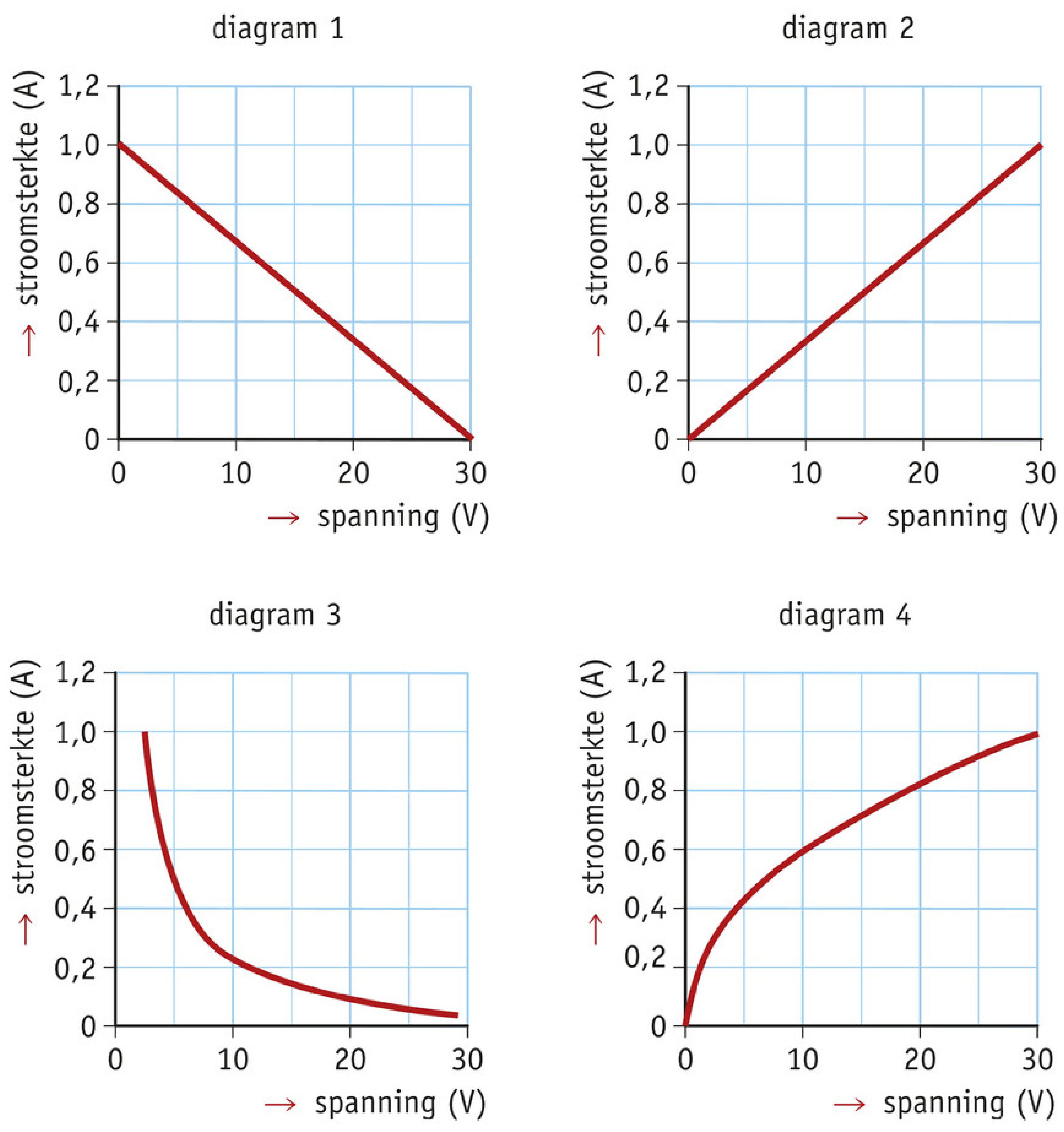
9
a De waarde van de weerstand is bij elke spanning *ANDERS* / *HETZELFDE*. Dat zie je ook aan de grafiek in afbeelding 6. De grafiek van de weerstand is een *KROMME* / *RECHTE* lijn.
b De weerstand van de lamp is bij elke spanning *ANDERS* / *HETZELFDE*. Dat zie je ook aan de grafiek in afbeelding 7. De grafiek van de lamp is een *KROMME* / *RECHTE* lijn.

- Ruim alles netjes op.

7 Je ziet vier stroom-spanningdiagrammen.

a Welk stroom-spanningdiagram hoort bij een verwarmingselement?
- ○ A diagram 1
- ○ B diagram 2
- ○ C diagram 3
- ○ D diagram 4

b Welk stroom-spanningdiagram hoort bij een weerstand?
- ○ A diagram 1
- ○ B diagram 2
- ○ C diagram 3
- ○ D diagram 4



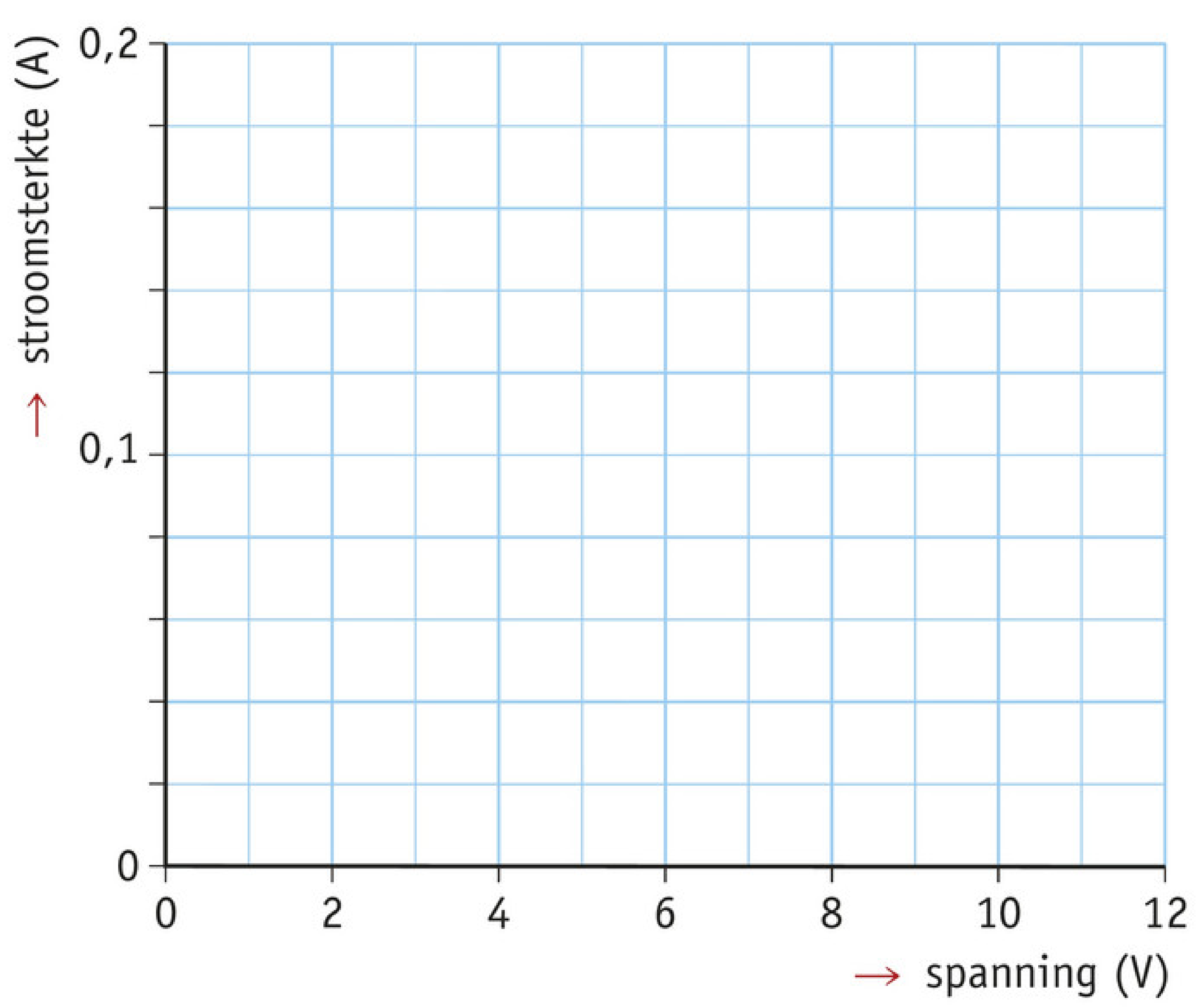
★ 8 Jacco doet een proef met een weerstand. Hij meet bij verschillende spanningen de stroomsterkte door de weerstand (tabel 4).

a Zet de meetpunten uit in het diagram van afbeelding 8.

b Teken de grafiek door de meetpunten.

tabel 4 Stroomsterkte in en spanning gemeten over een weerstand.

spanning	stroom
0,0 V	0,00 A
2,0 V	0,03 A
4,0 V	0,06 A
6,0 V	0,09 A
8,0 V	0,12 A
10,0 V	0,15 A
12,0 V	0,18 A



afbeelding 8 Stroom-spanningdiagram van een weerstand.

c Hoe groot is de waarde van de weerstand bij een spanning van 12 V? Rond je antwoord af op een geheel getal.

gegevens spanning = ...

stroomsterkte = ...

gevraagd weerstand = ?

uitwerking weerstand = ...

weerstand = ...

d Wat is de waarde van de weerstand bij een spanning van 6,0 V? Geef je antwoord op de vraag zonder te rekenen. Leg je antwoord uit.

....

....

9

Nora doet een proef met een elektromotor. Ze maakt een schakeling met een regelbare spanningsbron, een spanningsmeter, een stroommeter en de elektromotor. Ze meet de stroomsterkte bij verschillende spanningen. In afbeelding 9 zie je het stroom-spanningdiagram van haar proef.

a Hoe groot is de stroomsterkte door de motor als de spanning 5 V is?

.... A

b Hoe groot is de stroomsterkte door de motor als de spanning 15 V is?

.... A

c Hoe groot is de spanning als de stroomsterkte door de draad 0,60 A is?

.... V

d Hoe groot is de spanning als de stroomsterkte door de draad 0,30 A is?

.... V

e Bereken de weerstand van de elektromotor bij 10 V. Rond je antwoord af op een geheel getal.

....

....

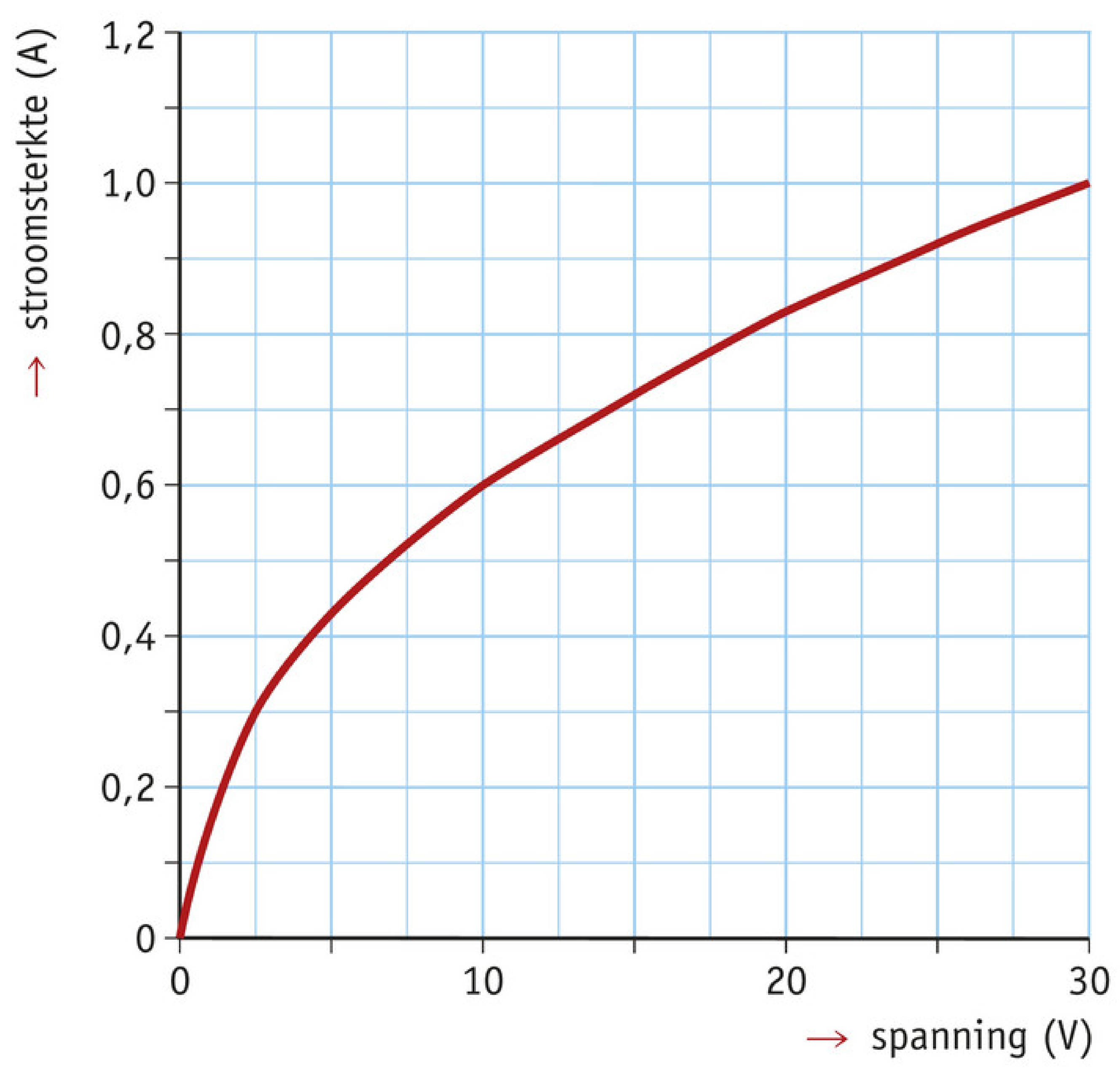
....

....

....

....

f De waarde van de weerstand van de elektromotor bij 30 V is *GROTER DAN* / *GELIJK AAN* / *KLEINER DAN* de weerstand bij 10 V.



afbeelding 9 Stroom-spanningdiagram van een elektromotor.

ONTHOUD

Weerstand kun je berekenen met de formule:
weerstand = spanning : stroomsterkte

Een grafiek van de stroomsterkte en de spanning is een stroom-spanningdiagram.

Bij constantaandraad en weerstanden blijft de weerstand gelijk als je de spanning verandert.
De grafiek in het stroom-spanningdiagram is dan een rechte lijn.

Als je bij lampen en apparaten de spanning verhoogt, neemt de weerstand toe.
Als je de spanning verlaagt, neemt de weerstand weer af.
De grafiek in het stroom-spanningdiagram is dan een kromme lijn.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Variabele weerstanden

LEERDOELEN

11.3.1 Je kunt beschrijven hoe de weerstand van een NTC verandert als de temperatuur verandert.
11.3.2 Je kunt beschrijven hoe de weerstand van een LDR verandert als de sterkte van het licht verandert.
11.3.3 Je kunt de werking van een variabele weerstand uitleggen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	11.3.1	11.3.2	11.3.3	11.2.1*
Onthouden		7, 8	12	
Begrijpen	1, 4abcd, 5a	9a	14, 16a	
Toepassen	2	9b, 10c, 17	13, 15ab	6ab, 10b
Analyseren	3, 6c	11	16b	

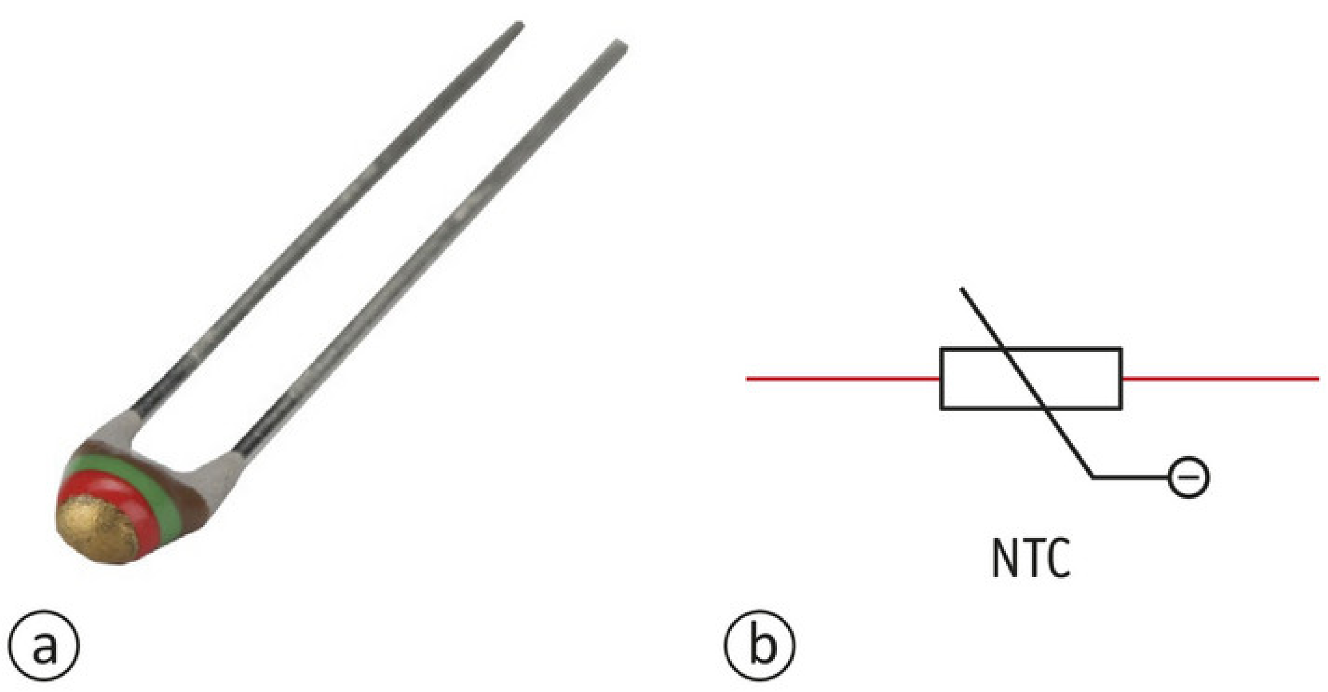
* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Een weerstand heeft bij elke spanning dezelfde waarde. Er zijn ook weerstanden waarvan de waarde verandert als de omgeving verandert.

DE NTC

In afbeelding 1a zie je een **NTC**. In afbeelding 1b staat het symbool van een NTC. Een NTC is een bijzondere weerstand. Een NTC is gevoelig voor verandering in temperatuur. Als de temperatuur hoger wordt, krijgt de NTC een kleinere weerstand. Als de temperatuur lager wordt, krijgt de NTC juist een grotere weerstand. Een NTC kun je gebruiken als **temperatuursensor**. Dit is een apparaat dat de waarde van de temperatuur omzet in een elektrisch signaal.

afbeelding 1 Een NTC: in het echt (a) en als schakelsymbool (b).



Een NTC gebruik je bijvoorbeeld om de temperatuur te regelen. De ketel van de centrale verwarming is aangesloten op een thermostaat (afbeelding 2). In een elektronische thermostaat zit een NTC. Als de temperatuur in de kamer lager wordt, wordt de temperatuur van de NTC ook lager. De weerstand van de NTC wordt daardoor groter. Een schakeling in de thermostaat zorgt er nu voor dat de verwarming aan gaat.



afbeelding 2 Een elektronische thermostaat.

De temperatuur in de kamer wordt langzaam hoger. De temperatuur van de NTC wordt daardoor ook hoger. Hierdoor wordt de weerstand van de NTC kleiner. Bij een kleine weerstand wordt de verwarming uitgeschakeld. Op deze manier wordt de temperatuur in huis geregeld.

PROEF 1 DE WEERSTAND VAN EEN NTC METEN

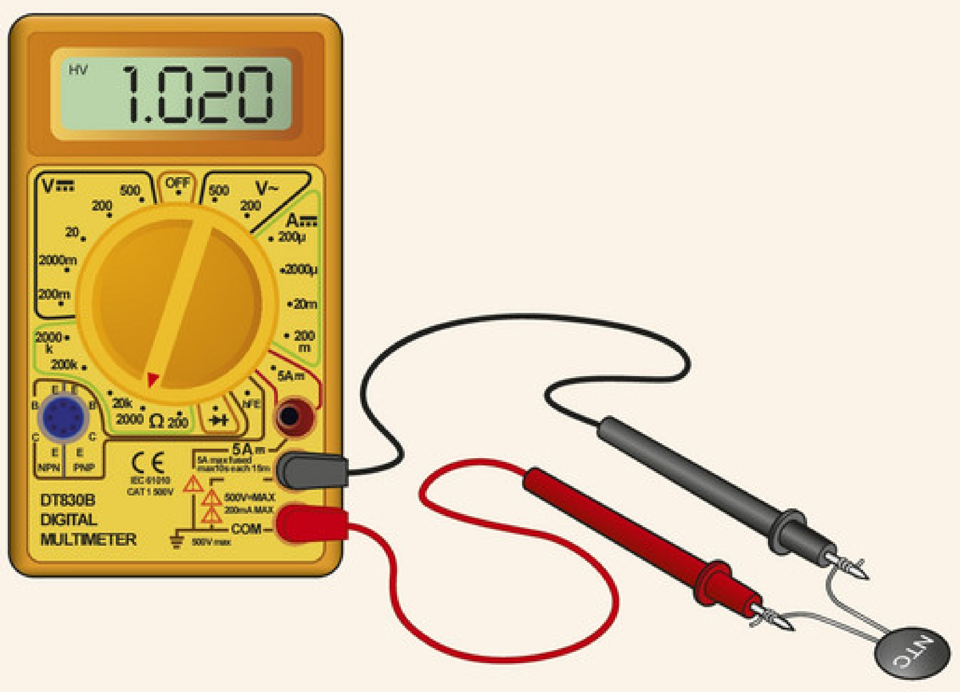
20 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ NTC
- ☐ 2 snoeren
- ☐ digitale multimeter, geschikt voor weerstandsmeting

Uitvoering

- Zet de keuzeknop van de meter in de stand om weerstand te meten.
- Sluit de NTC aan op de meter zoals in afbeelding 3.



afbeelding 3 Aansluiting van een NTC op een multimeter.

- Wacht tot het getal op het scherm van de meter niet meer verandert.

1 Hoe groot is de weerstand van de NTC bij deze temperatuur?

.... Ω

- Wrijf je handen ongeveer tien tellen goed over elkaar.

2 Door het wrijven worden je handen *KOUDER* / *WARMER*.

- Pak de NTC tussen duim en wijsvinger.
- Kijk naar het display op de multimeter.

3 De weerstand van de NTC wordt *GROTER* / *KLEINER*.

4 De kleinste weerstand die de NTC krijgt, is ongeveer

.... Ω.

5 Dat komt doordat de temperatuur van de NTC *HOGER* / *LAGER* wordt.

- Laat de NTC los.
- Kijk naar het display op de meter.

6 De weerstand van de NTC wordt *GROTER* / *KLEINER*.

7 Dat komt doordat de temperatuur van de NTC *HOGER* / *LAGER* wordt.

- Laat de NTC liggen totdat de waarde weer is gedaald tot de beginwaarde.
- Houd de NTC voor je mond.
- Adem langzaam veel lucht uit over de NTC.
- Kijk welke waarde de meter aangeeft.

8 De weerstand van de NTC wordt *GROTER* / *KLEINER*.

9 De temperatuur van de lucht die je uitademt, is *WEL* / *NIET* hoger dan de kamertemperatuur.

- Schakel de meter uit.
- Maak de snoeren los.
- Ruim alles netjes op.

1 Als de temperatuur van een NTC hoger wordt, dan wordt de weerstand *GROTER* / *KLEINER*.

2 Om de temperatuur in een sauna te regelen wordt een NTC gebruikt.
De weerstand van de NTC wordt groter.
Dat betekent dat de temperatuur in de sauna *HOGER* / *LAGER* wordt.

★ 3 In een diepvries wordt een NTC gebruikt als temperatuurregelaar. De NTC heeft bij −10 °C een waarde van 2000 Ω.
Hoe groot is de weerstand van de NTC bij −20 °C?
Bij −20 °C is de weerstand van de NTC *GROTER DAN* / *EVEN GROOT ALS* / *KLEINER DAN* 2 kΩ.

4 Sophie en Daan doen metingen aan een NTC. De resultaten van de meting hebben Sophie en Daan getekend in een stroom-temperatuurdiagram (afbeelding 4). In dit diagram kun je aflezen welke stroomsterkte bij welke temperatuur hoort.

a Hoe groot is de stroomsterkte door de NTC bij 0 °C?

.... mA

b Hoe groot is de stroomsterkte door de NTC bij 50 °C?

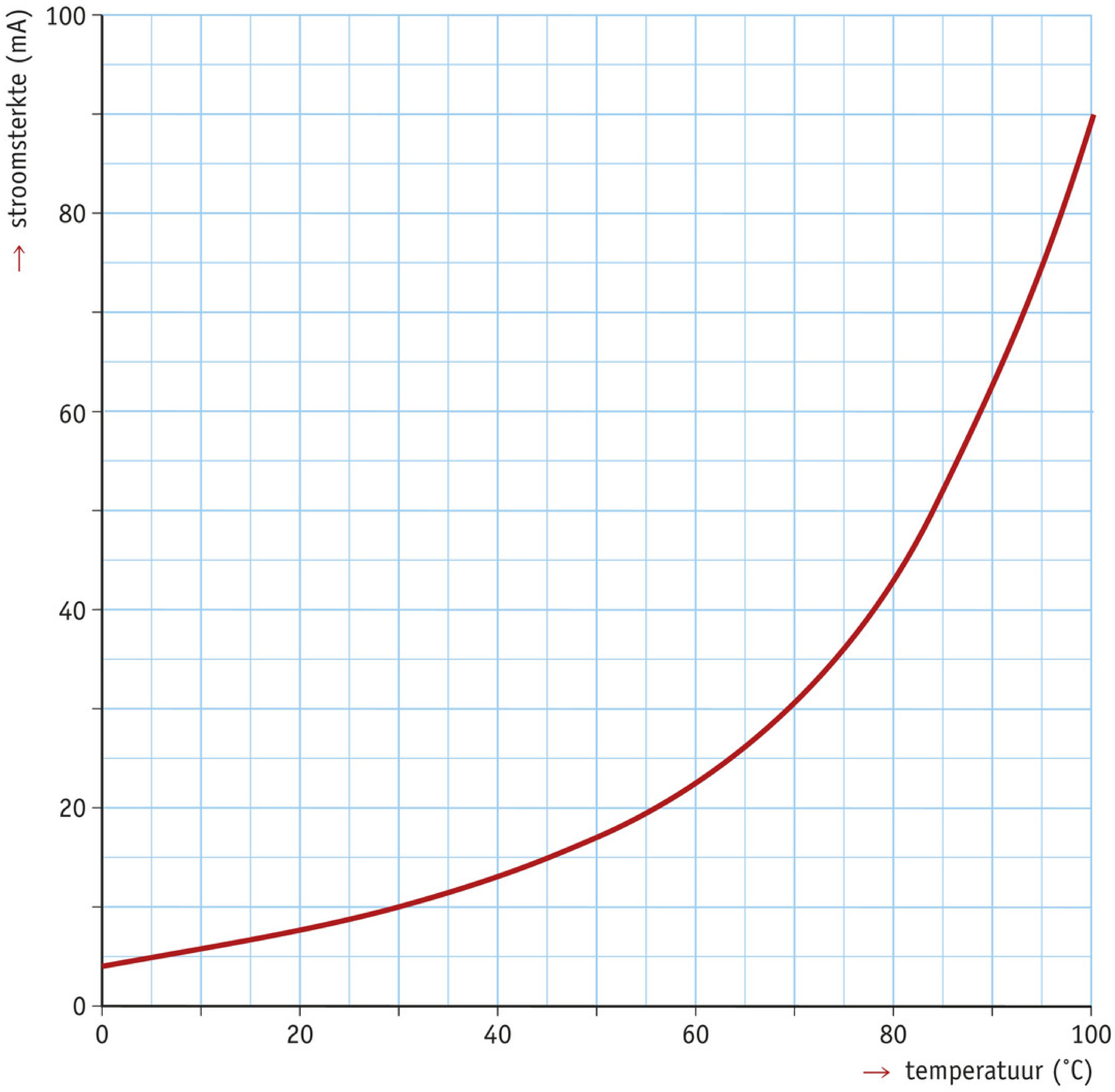
.... mA

c Hoe hoog is de temperatuur als de stroomsterkte door de NTC 10 mA is?

.... °C

d Hoe hoog is de temperatuur als de stroomsterkte door de NTC 50 mA is?

.... °C



afbeelding 4 Stroom-temperatuurdiagram van een NTC.

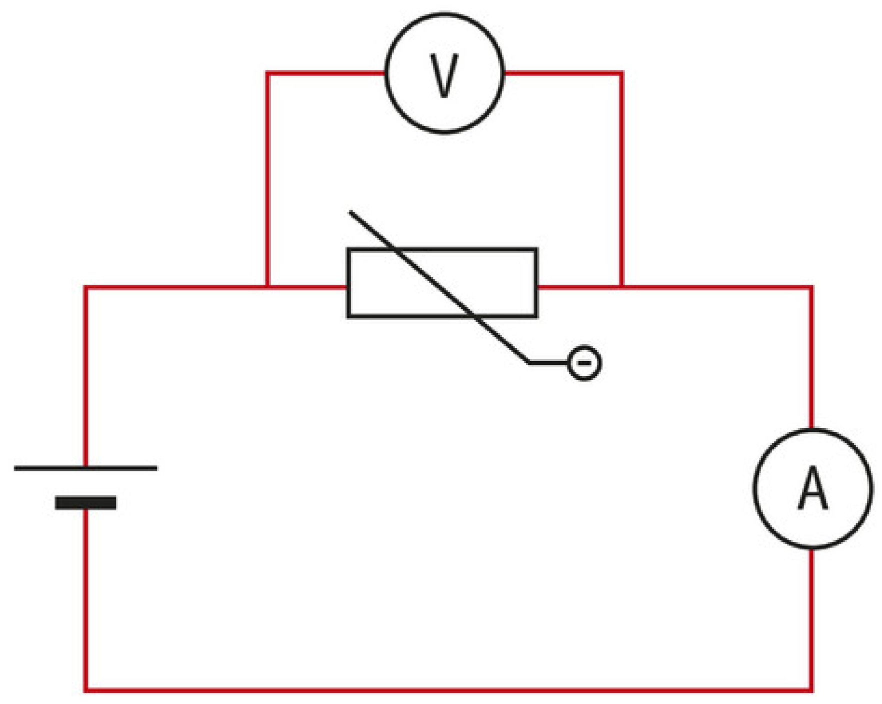
5 Gebruik *BINAS* tabel 12 *Elektrotechnische symbolen*.
In afbeelding 5 is een schakelschema getekend van een schakeling.

a Hoeveel snoeren zijn in de schakeling gebruikt?

....

b Wat voor spanningsbron is er gebruikt?

....



afbeelding 5 Stroomsterkte en spanning meten.

c Wat voor soort weerstand is in het schema getekend?

....

d De spanningsmeter is *IN SERIE / PARALLEL* geschakeld met deze weerstand.

e De stroommeter is *IN SERIE / PARALLEL* geschakeld met deze weerstand.

★ 6 De spanningsmeter in de aansluiting van afbeelding 5 geeft een spanning aan van 1,2 V. De stroommeter geeft een stroomsterkte aan van 0,008 A.

a Bereken de waarde van de weerstand.

gegevens spanning = ...

stroomsterkte = ...

gevraagd weerstand = ?

uitwerking weerstand = ... : ....

weerstand = ... : .... = ...

b De temperatuur verandert. De spanningsmeter blijft staan op 1,2 V. De stroommeter geeft een stroomsterkte aan van 0,004 A.
Bereken de weerstand bij deze temperatuur.

....

....

....

....

....

c Is de temperatuur bij de tweede meting hoger of lager dan bij de eerste meting? Leg je antwoord uit.

....

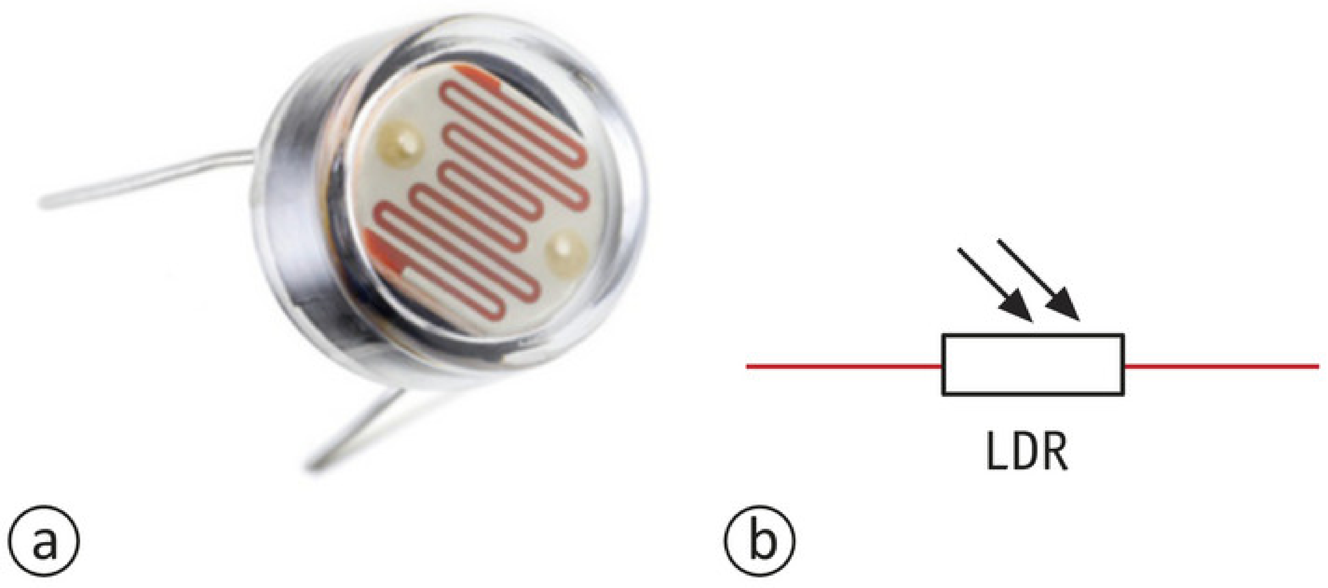
....

....

DE LDR

In afbeelding 6a zie je een **LDR**. In afbeelding 6b staat het symbool van een LDR. Een LDR is een weerstand die gevoelig is voor licht. In het donker is de weerstand van een LDR groot. Als de weerstand groot is, loopt er weinig stroom door de LDR. Valt er licht op de LDR, dan wordt de weerstand kleiner. Een kleinere weerstand betekent dat de stroomsterkte groter wordt.

afbeelding 6 Een LDR: in het echt (a) en als schakelsymbool (b).



Een LDR kun je gebruiken als **lichtsensor**. Dit is een apparaat dat de sterkte van licht omzet in een elektrisch signaal. Je gebruikt de LDR bijvoorbeeld om straatverlichting te regelen (afbeelding 7). In de lantaarns zit een schakeling met een LDR. Als het gaat schemeren, valt er minder licht op de LDR. De weerstand van de LDR wordt daardoor groter. De straatverlichting wordt nu ingeschakeld. Als er weer daglicht op de LDR valt, wordt zijn weerstand kleiner. De straatverlichting schakelt dan uit.



afbeelding 7 Straatverlichting schakelt automatisch in als het gaat schemeren.

PROEF 2 DE WEERSTAND VAN EEN LDR METEN

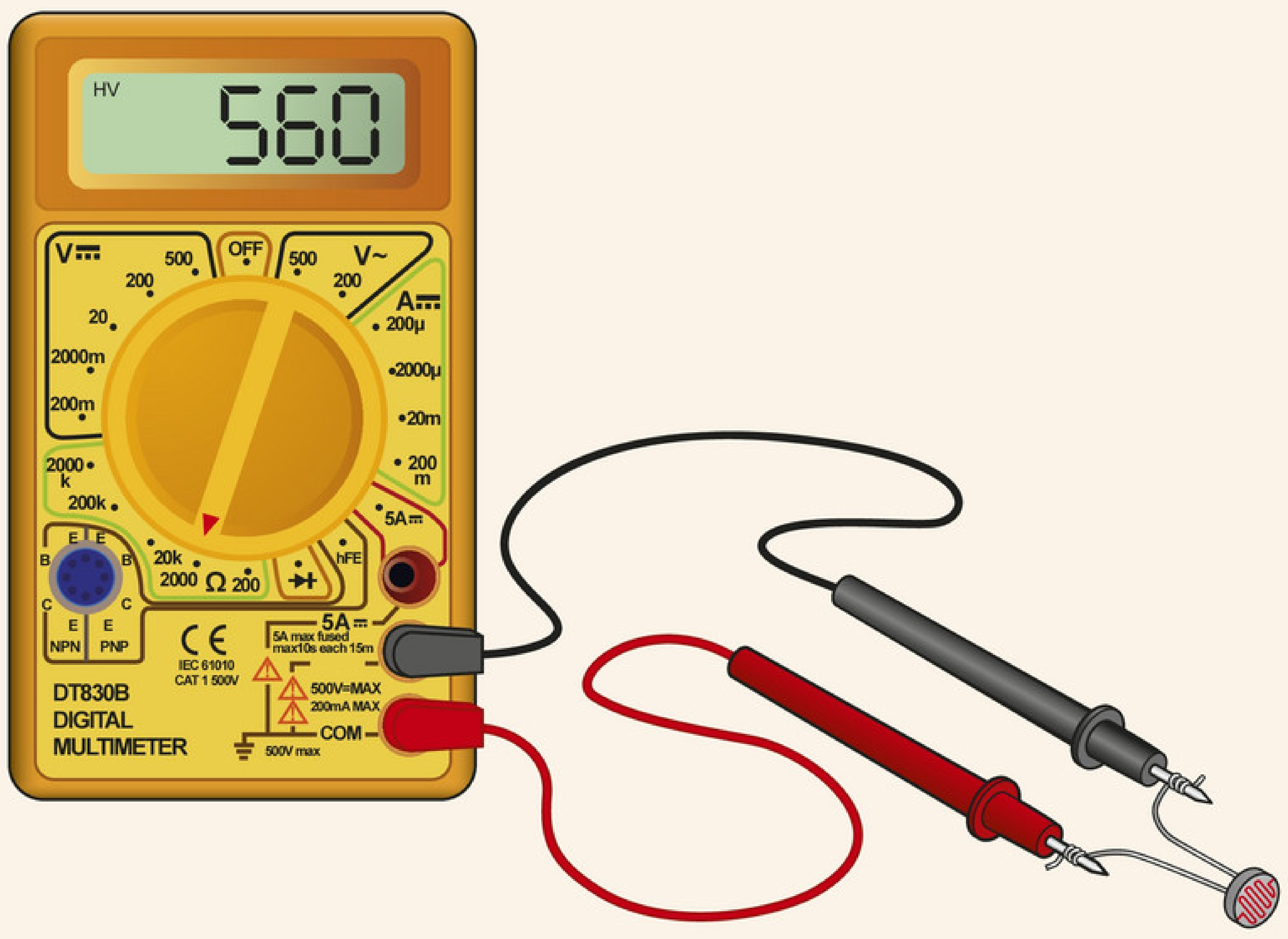
20 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ LDR
- ☐ 2 snoeren
- ☐ digitale multimeter, geschikt voor weerstandsmeting

Uitvoering

- Zet de keuzeknop van de meter in de stand om weerstand te meten.
- Sluit de LDR aan op de meter zoals in afbeelding 8.



afbeelding 8 Aansluiting van een LDR op een multimeter.

- Leg de LDR voor je op tafel.
- Laat de LDR op één plaats in het licht liggen.
- Wacht tot het getal op het display niet meer (of heel weinig) verandert.

1 Hoe groot is de weerstand van de LDR bij dit licht?

.... Ω

- Houd je hand 10 cm boven de LDR.

2 Hierdoor valt *MEER* / *MINDER* licht op de LDR.

- Kijk naar het display op de meter.

3 De weerstand van de LDR wordt *GROTER* / *KLEINER*.

- Dek de LDR goed af; de LDR moet goed in het donker liggen.

4 Hoe groot is de weerstand van de LDR in het donker?

.... Ω

- Zorg nu voor zo veel mogelijk licht op de LDR.
- Kijk naar het display op de meter.

5 De weerstand van de LDR wordt *GROTER* / *KLEINER*.

6 De weerstand die de LDR nu heeft, is .... Ω.

- Zet de meter uit.
- Maak de snoeren los.
- Ruim alles netjes op.

7 Een LDR waar veel licht op valt, heeft een *GROTE* / *KLEINE* weerstand.

8 Teken het symbool van een LDR.

9 Rauf heeft een LDR aangesloten op een spanningsbron. De LDR ligt in een donkere kamer. Rauf neemt de LDR mee naar buiten.

a Hoe verandert de weerstand van de LDR?

....

b Wat gebeurt er met de stroomsterkte door de LDR?

....

10 Een LDR is opgehangen in een kamer waar een felle lamp brandt. De spanning over de LDR is 3,0 V. De stroomsterkte door de LDR is 6 mA.

a Reken de stroomsterkte om van mA naar A.

6 mA = ... A

b Bereken de weerstand van de LDR.

....

....

....

....

....

....

c De lamp gaat uit.
Wat gebeurt er nu met de weerstand van de LDR?

....

11 Het symbool van de LDR heeft twee pijltjes die richting de LDR wijzen.
Leg uit wat deze pijltjes voorstellen.

....

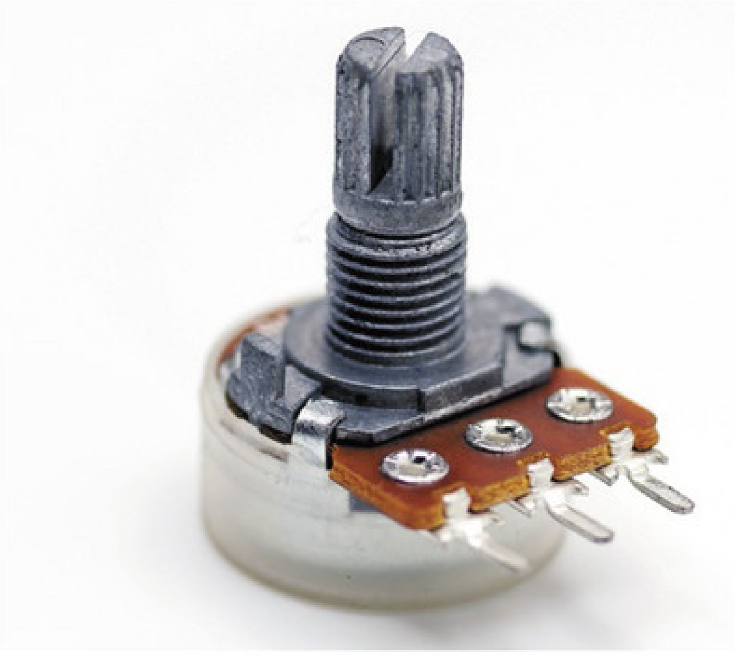
SCHUIFWEERSTAND

Thuis gebruik je vaak een dimmer voor de verlichting (afbeelding 9a). Met een dimmer kun je het licht feller of minder fel laten branden. In een dimmer voor gloeilampen zit een **schuifweerstand** (afbeelding 9b). Een schuifweerstand is een regelbare weerstand (ook wel **variabele weerstand** genoemd). Door aan de knop te draaien, maak je de weerstand groter of kleiner. Hierdoor verandert ook de stroomsterkte.
In afbeelding 9c staat het symbool van een variabele weerstand.

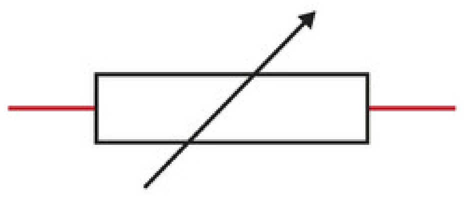
afbeelding 9 In een lichtdimmer zit een variabele weerstand.



a



b



c

Schuifweerstanden kom je vaak tegen, bijvoorbeeld een volumeknop op een elektrische gitaar (afbeelding 10). Een mengpaneel in een opnamestudio zit helemaal vol met schuifweerstanden (afbeelding 11).



afbeelding 10 Vier ronde schuifweerstanden op een elektrische gitaar.



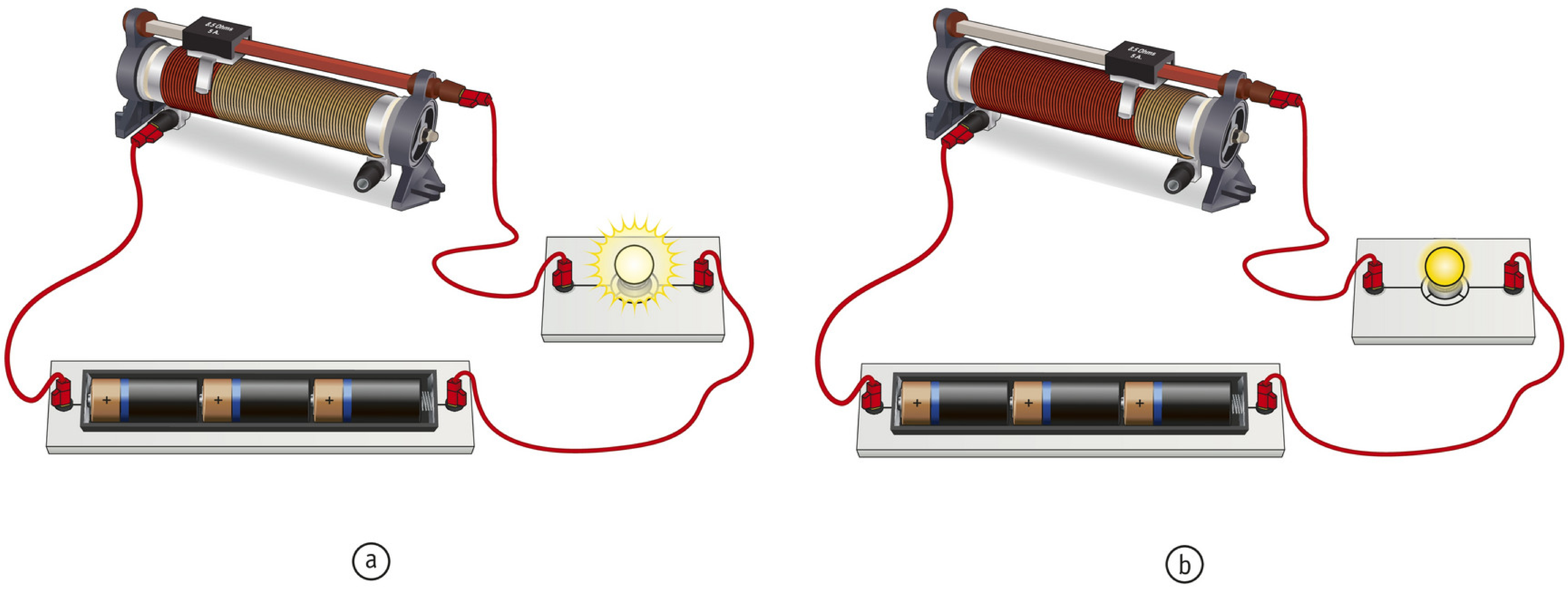
afbeelding 11 Een mengpaneel met ronde en rechte schuifweerstanden.

In afbeelding 12a zie je een schakeling van een lamp met een regelbare weerstand. Deze weerstand werkt als lichtdimmer. Staat de schuif van de regelbare weerstand naar links, dan gaat de stroom door een klein stuk van de weerstandsdraad. De weerstand is dan klein. De stroom door de lamp is dan groot. De lamp brandt fel.

Staat de schuif naar rechts, dan gaat de stroom door een groot deel van de weerstandsdraad (afbeelding 12b). De weerstand is dan groot. De stroomsterkte is dan klein. De lamp brandt zwak.

Door de schuif tussen deze standen te bewegen, regel je de lichtsterkte van de lamp.

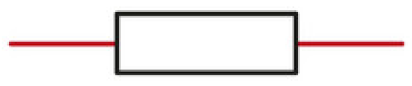
afbeelding 12 Zo werkt een schuifweerstand.

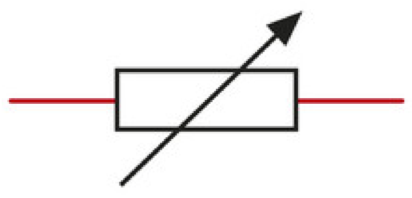


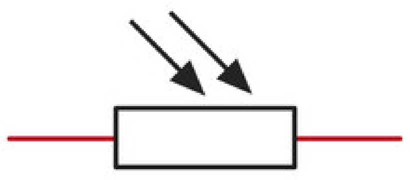
12 De weerstand van een schuifweerstand kun je *WEL* / *NIET* instellen.

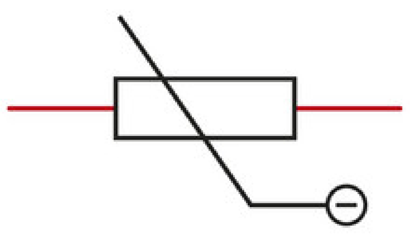
13 Wendy doet een practicum met een elektromotor en een schuifweerstand. Ze kan met de schuifweerstand de snelheid regelen waarmee de elektromotor ronddraait. Ze wil de elektromotor zo langzaam mogelijk laten draaien.
De weerstand van de schuifweerstand moet dan zo *GROOT* / *KLEIN* mogelijk zijn.

14 Gebruik *BINAS* tabel 12 *Elektrotechnische symbolen*.
Je ziet vier soorten weerstanden.
Welke naam hoort bij welke afbeelding?

A  ○ ○ 1 LDR

B  ○ ○ 2 NTC

C  ○ ○ 3 variabele weerstand

D  ○ ○ 4 weerstand

15 Ayo en Loek bepalen de weerstand van verschillende metaaldraden. Ze bouwen een opstelling met een spanningsbron, een stroommeter en een spanningsmeter en aansluitsnoeren. Ze doen hun metingen bij dezelfde spanning. Ze hebben draden van hetzelfde materiaal.

a De weerstand van een *KORTERE* / *LANGERE* draad is groter.
De weerstand van een *DIKKERE* / *DUNNERE* draad is groter.

b De stroomsterkte is groter bij een *KORTERE* / *LANGERE* draad.
De stroomsterkte is groter bij een *DIKKERE* / *DUNNERE* draad.

naar: examen 2016-1

★ 16 Karel gebruikt een ronde schuifweerstand bij een practicum (afbeelding 13a). Hij kan het contact over de weerstandsdraad bewegen. Hij sluit de weerstand aan in een schakeling.

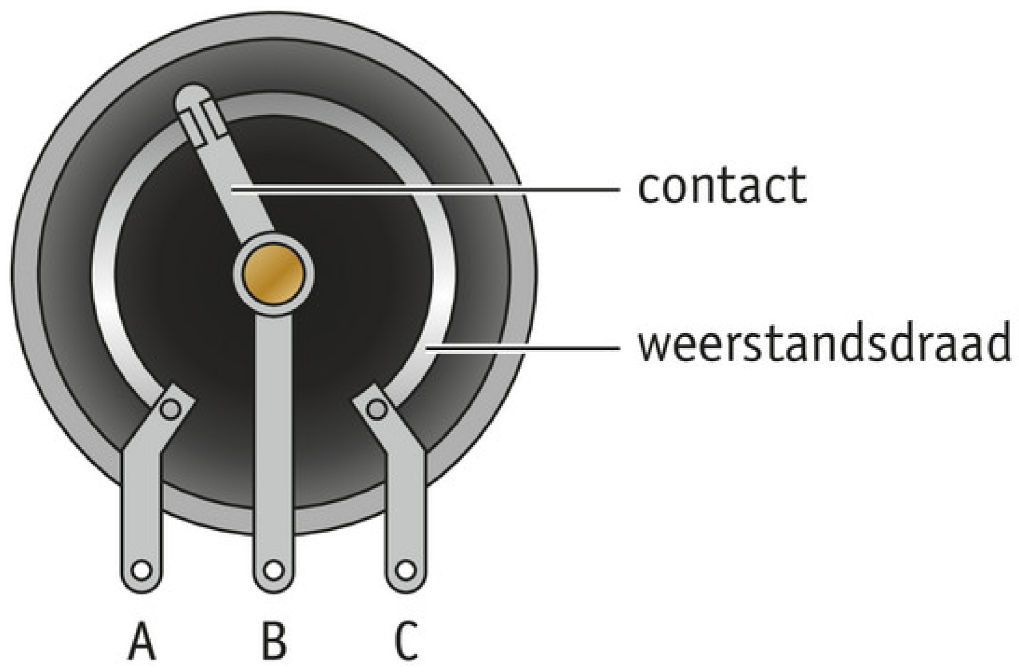
a Wat gebeurt er als Karel het contact verplaatst?
Dan verandert de weerstand *WEL* / *NIET*.

b Karel sluit de schuifweerstand aan op de punten A en B (afbeelding 13b).
Punt A is verbonden met de weerstandsdraad, punt B met het contact. Karel wil de weerstand groter maken.
Karel moet de weerstandsdraad *KORTER* / *LANGER* maken door het contact naar *A* / *C* te draaien.

afbeelding 13 Een ronde schuifweerstand.



a De weerstandsdraad van de schuifweerstand is duidelijk zichtbaar.



b De onderkant van de schuifweerstand vereenvoudigd weergegeven.

17 In een frituurpan zit een beveiliging tegen oververhitting. De temperatuur van het vet in de frituurpan mag niet hoger worden dan 200 °C. Wordt de temperatuur van het vet te hoog, dan kan het vet gaan branden.
Welk onderdeel zit in een frituurpan als beveiliging tegen oververhitting?

○ A een LDR
○ B een NTC
○ C een regelbare weerstand

ONTHOUD

Een NTC kun je gebruiken als temperatuursensor.

Wordt de temperatuur van een NTC hoger, dan wordt de weerstand kleiner.
Wordt de temperatuur van een NTC lager, dan wordt de weerstand groter.

Een LDR kun je gebruiken als lichtsensor.
Valt er licht op de LDR, dan is de weerstand klein.
Is het donker bij de LDR, dan is de weerstand groot.

Een schuifweerstand is een regelbare weerstand (variabele weerstand).
Met een schuifweerstand regel je de stroomsterkte.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Schakelen met magneten

LEERDOELEN

11.4.1 Je kunt de drie onderdelen beschrijven van een eenvoudige automatische schakeling.
11.4.2 Je kunt de werking van een relais uitleggen.
11.4.3 Je kunt de onderdelen van een relais benoemen.
11.4.4 Je kunt uitleggen hoe schakelingen met een relais werken.
11.4.5 Je kunt de werking van een reedcontact uitleggen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	11.4.1	11.4.2	11.4.3	11.4.4	11.4.5
Onthouden	1, 2	4, 5	10		14ab, 15a
Begrijpen	18	6ab, 8, 9ab		11abcdef	15b
Toepassen	3ab			12ab, 13, 16	
Analyseren		7			17

In de elektrische installatie van bijvoorbeeld een auto, een computer of een flipperkast zitten veel schakelaars die op afstand werken. Bijvoorbeeld een relais.

AUTOMATISCHE SCHAKELINGEN

Veel mensen hebben een buitenlamp die vanzelf aangaat en uitgaat. Dat is prettig, want dan loop je niet het risico dat je struikelt of het sleutelgat niet kunt vinden. Zo'n lamp wordt bediend door een **automatische schakeling**. Dat is een schakeling die zelfstandig een taak voor je uitvoert. Zo'n schakeling kan automatisch het licht aandoen of automatisch koffiezetten. En zelfs de was doen, de verwarming aan- en uitzetten, enzovoort.

Een eenvoudige automatische schakeling bestaat uit drie delen: een **sensor**, een schakelaar en een **actuator**. Ook in de automatische buitenlamp van afbeelding 1 zitten deze drie onderdelen.

- In deze schakeling is een LDR de sensor. Een sensor neemt de omgeving waar. De LDR meet de hoeveelheid licht en zet die om in een elektrisch signaal.
- De schakelaar ontvangt het elektrisch signaal van de LDR. De schakelaar schakelt de lamp aan of uit.
- De lamp is de actuator. Een actuator doet iets wat nuttig of prettig is voor de gebruiker.



afbeelding 1 Buitenlamp met een LDR als sensor.

1 Hoe heet het onderdeel dat iets nuttigs doet voor de gebruiker van een automatische schakeling?

....

2 Wat doet een sensor?

○ A Een sensor doet iets nuttigs.
○ B Een sensor neemt de omgeving waar.
○ C Een sensor schakelt een actuator in of uit.

3 Je staat voor een schuifdeur. Een automatische schakeling zorgt ervoor dat de schuifdeur open- en dichtgaat.

a Wat doet de sensor in deze schakeling?

....

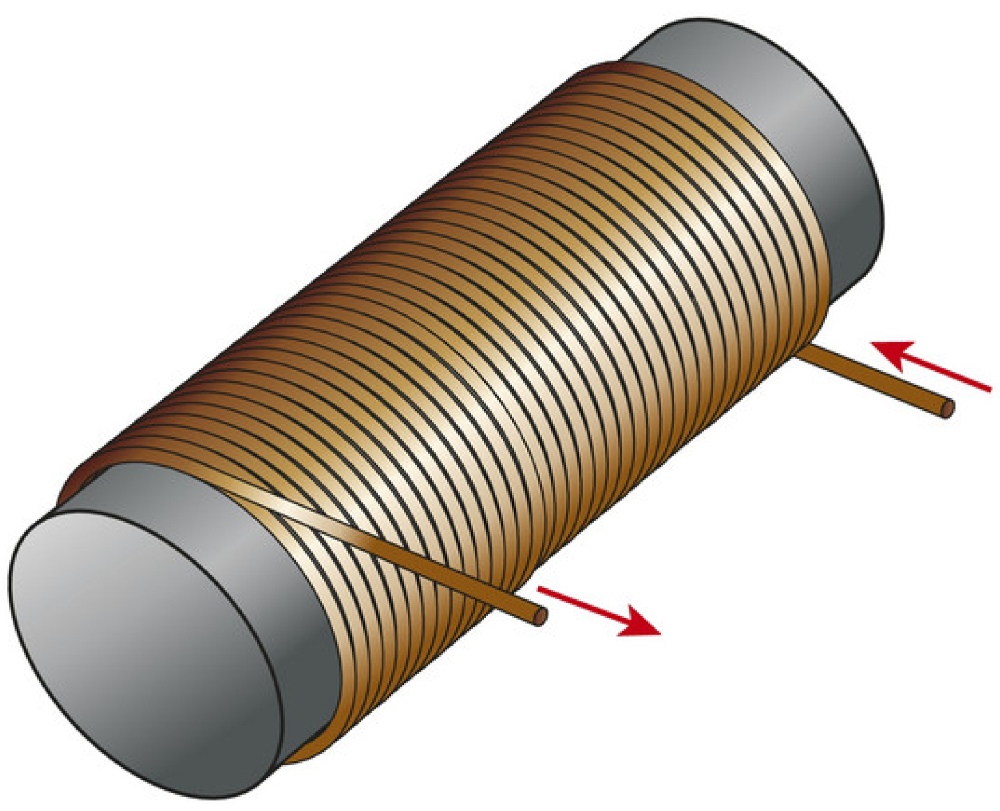
....

b De *ACTUATOR* / *SCHAKELAAR* in de schakeling zorgt ervoor dat de deur open- en dichtgaat.

DE ELEKTROMAGNEET

Een **relais** is een automatische schakelaar die je in allerlei apparaten kunt tegenkomen: wasmachines, televisies, magnetrons, buitenlampen, enzovoort. Je kunt een relais herkennen aan het klikkende geluid dat hij tijdens het schakelen maakt.

In een relais zit een **elektromagneet** (afbeelding 2). Dit is een lange, geïsoleerde koperdraad die rond een ijzeren kern is gewikkeld. Zo'n spiraalvormig gewikkelde koperdraad noem je een **spoel**. Als je stroom door een spoel laat lopen, wordt hij magnetisch.



afbeelding 2 Een elektromagneet.

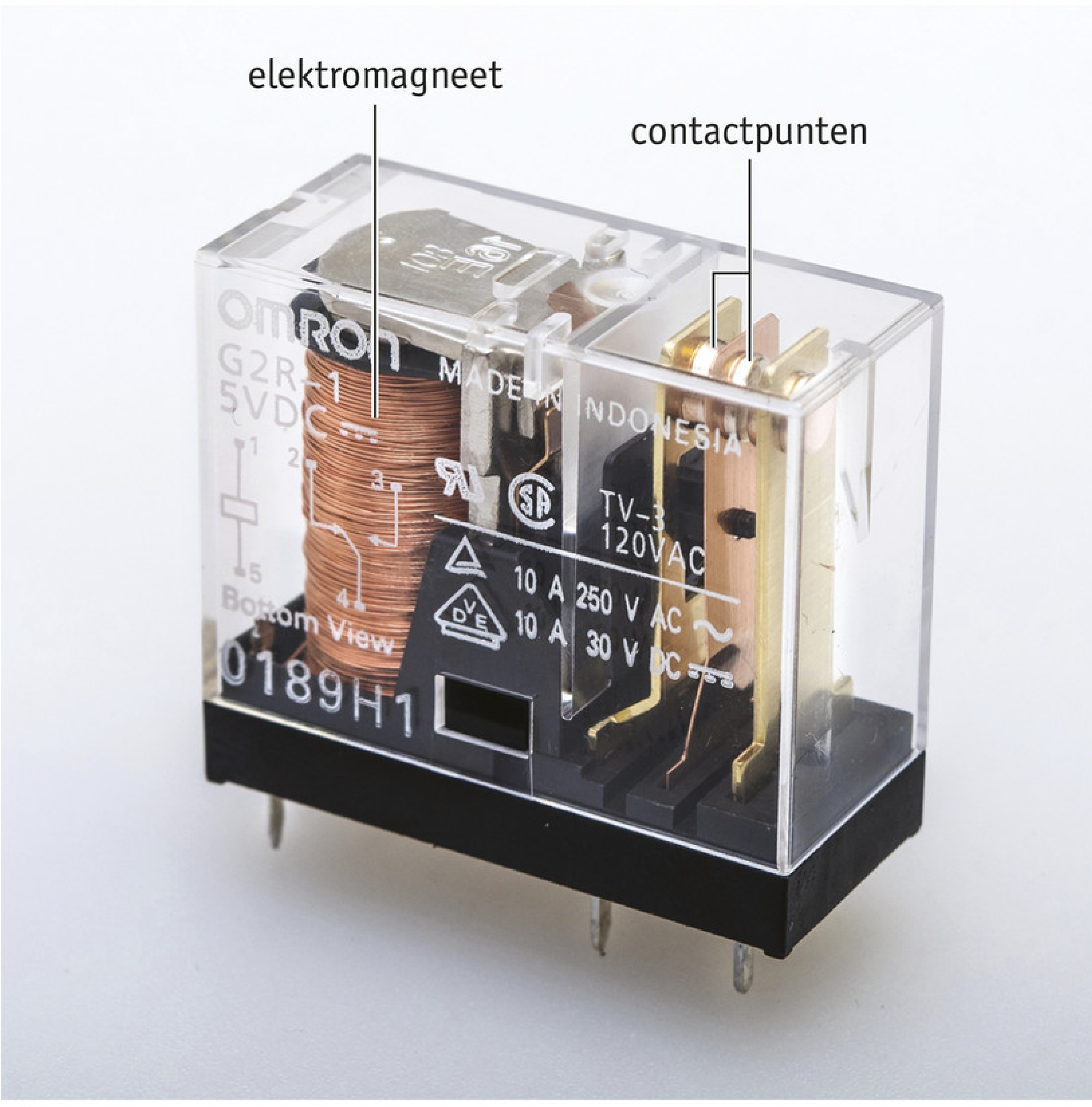
HET RELAIS

In afbeelding 3a zie je een foto van een relais. De elektromagneet zit links. Rechts zie je de twee contactpunten waartussen het relais kan schakelen. Het schakelen tussen de contactenpunten gebeurt met een anker. Het **anker** is een stalen strip. Deze beweegt op en neer door de elektromagneet.

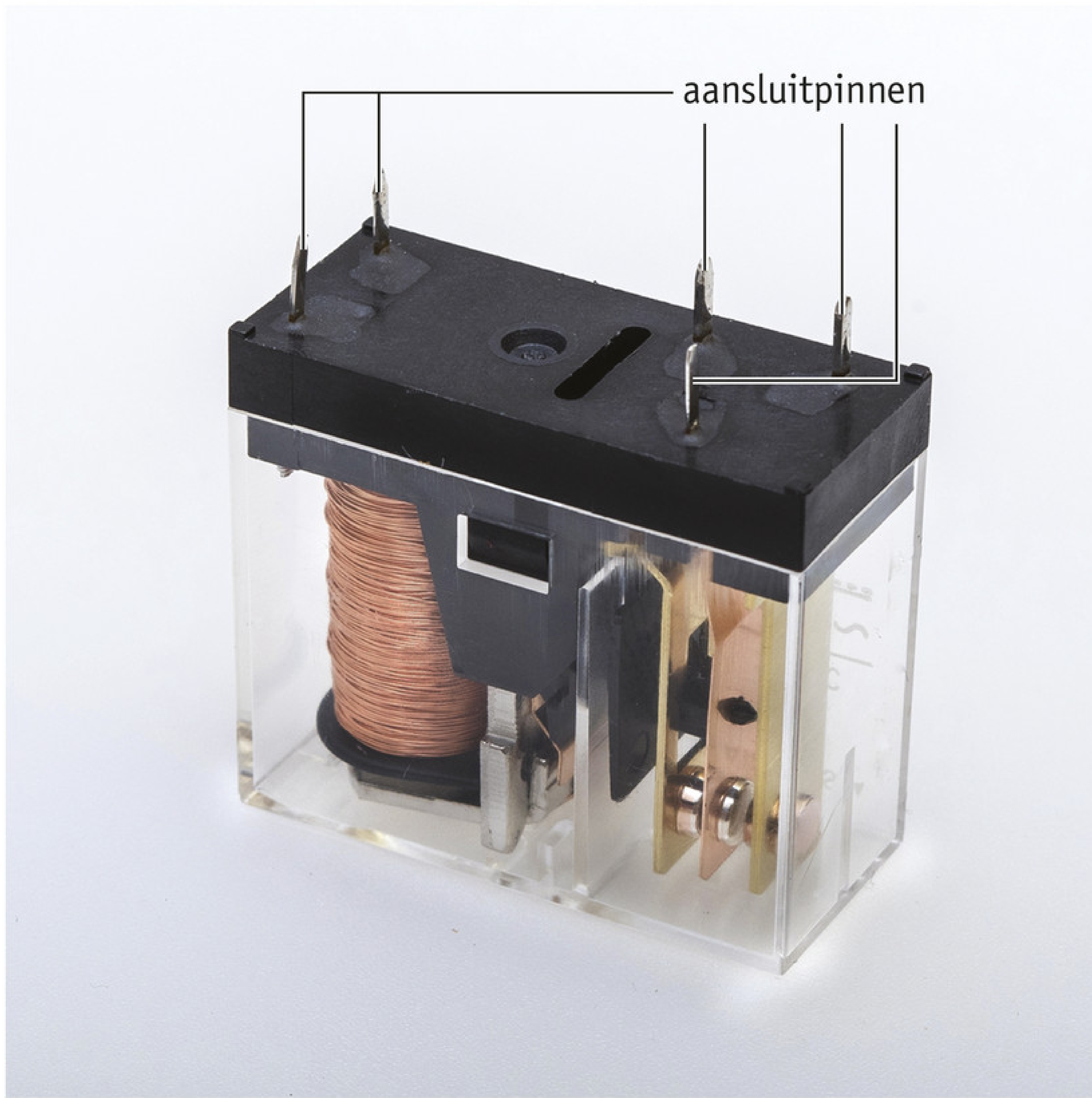
De twee contactpunten waar het anker tussen beweegt, zijn het **maakcontact** en het **breekcontact**. Is de elektromagneet aan, dan maakt het anker contact met het maakcontact. Is de elektromagneet uit, dan maakt het anker contact met het breekcontact.

Aan de onderkant bevinden zich metalen aansluitpinnen waarmee je het relais kunt aansluiten (afbeelding 3b).

afbeelding 3 Een relais: van boven (a) en van onderen (b).



ⓐ



ⓑ

DE WERKING VAN EEN RELAIS

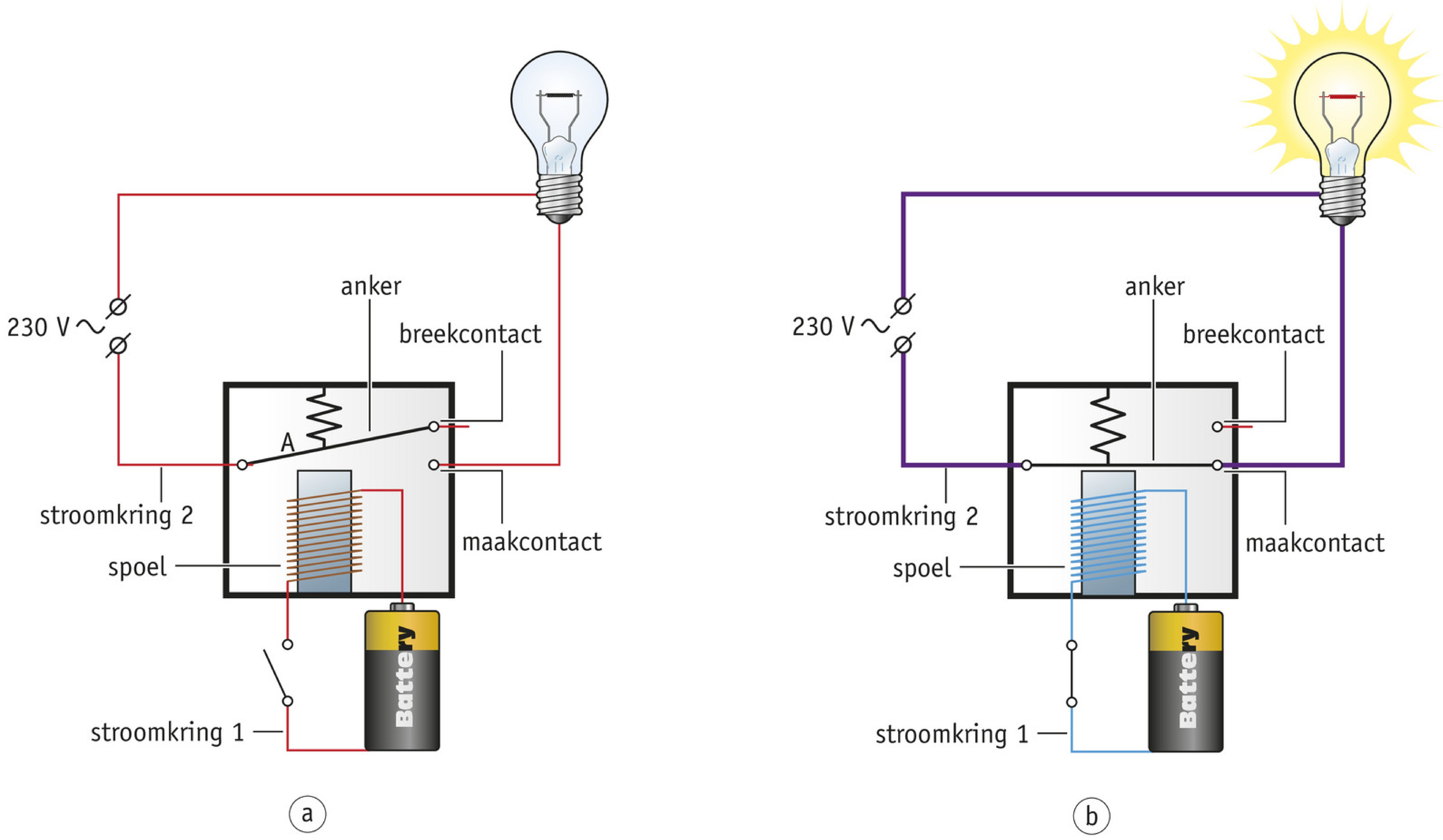
In afbeelding 4 is schematisch getekend hoe je een lamp met een relais kunt in- en uitschakelen.

Afbeelding 4a

- De schakelaar in stroomkring 1 is open. Hierdoor is stroomkring 1 niet gesloten.
- Er loopt nu geen stroom door de spoel. Dat betekent dat de kern van de spoel niet magnetisch is.
- De spoel trekt het anker niet aan. Het anker wordt door de veer naar boven getrokken. Het anker maakt nu contact met het breekcontact.
- Stroomkring 2 is open. De lamp brandt niet.

Afbeelding 4b
- De schakelaar in stroomkring 1 is gesloten. Hierdoor is stroomkring 1 gesloten.
- Er loopt nu stroom door de spoel. De kern van de spoel is nu magnetisch.
- De spoel trekt het anker aan. Het anker wordt door de spoel naar beneden getrokken. Het anker maakt nu contact met het maakcontact.
- Stroomkring 2 is nu gesloten. De lamp brandt.

afbeelding 4 Een relais: schakelen met een elektromagneet.



Er zijn dus twee verschillende stroomkringen:
1 de stroomkring van de elektromagneet;
2 de stroomkring van de lamp.

De stroomkring van de elektromagneet is in afbeelding 4b met blauw getekend. De stroomsterkte in deze stroomkring is niet erg groot: er is maar een kleine stroom nodig om het relais te laten schakelen.
De stroomkring van de lamp in afbeelding 4b is met paars getekend. De stroomsterkte in deze stroomkring is veel groter dan de stroomsterkte in stroomkring 1.

4 Noteer drie apparaten waarin je een relais tegen kunt komen.

1 ....

2 ....

3 ....

5 Wat voor schakelaar is een relais?

Een relais is een .... schakelaar.

6
a In afbeelding 4a loopt geen stroom door de lamp. Er loopt dan *WEL / GEEN* stroom door de spoel.
b In afbeelding 4b loopt stroom door de lamp. Er loopt dan *WEL / GEEN* stroom door de spoel.

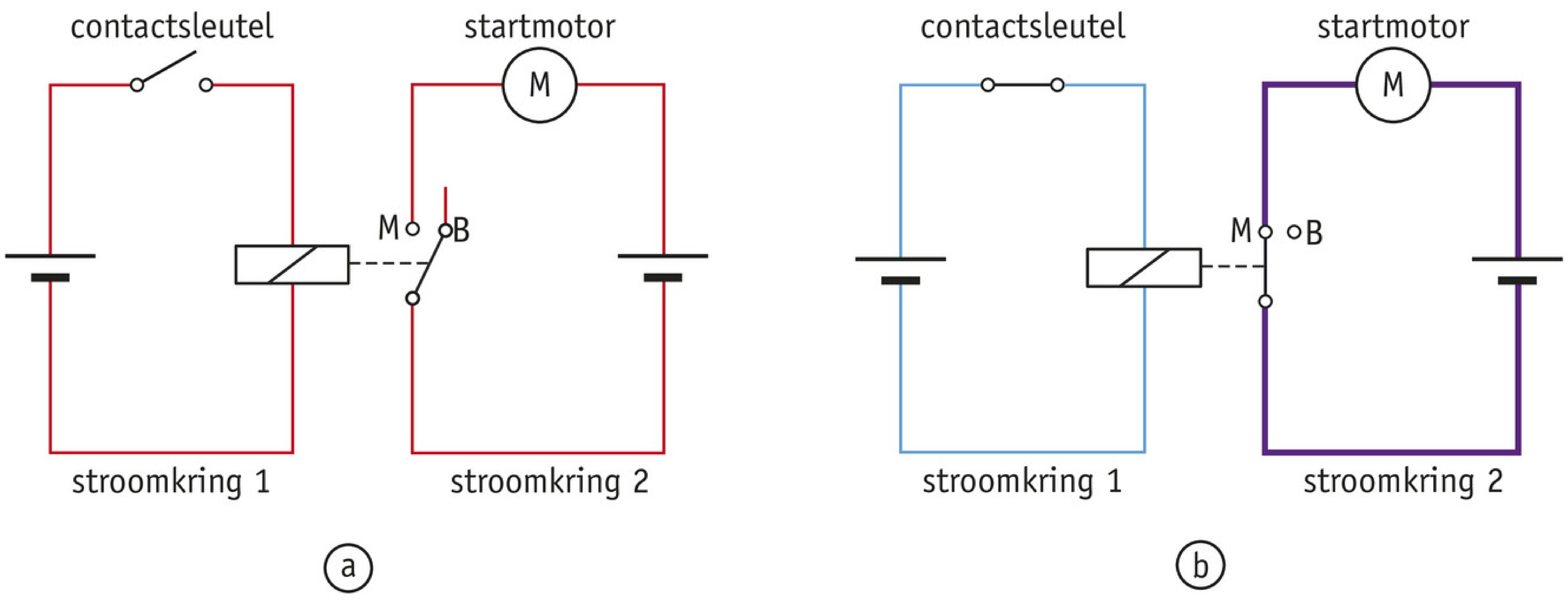
7 Waarom is het anker van een relais niet van koper?
○ A Dan wordt het anker niet aangetrokken.
○ B Dan wordt het anker te warm.
○ C Dan wordt het relais te zwaar.

8 Bekijk afbeelding 4a nog een keer.
Wat gebeurt er als er door de spoel van een relais stroom loopt?
○ A Het anker wordt dan aangetrokken en maakt verbinding met het breekcontact.
○ B Het anker wordt dan aangetrokken en maakt verbinding met het maakcontact.
○ C Het anker wordt dan niet aangetrokken en maakt verbinding met het breekcontact.
○ D Het anker wordt dan niet aangetrokken en maakt verbinding met het maakcontact.

SCHAKELEN MET HET MAAKCONTACT

De startmotor van een auto is aangesloten op het maakcontact (M) van een relais. De spanningsbron van het relais en van de startmotor is de accu van de auto. Het schema van deze aansluiting zie je in afbeelding 5.
In afbeelding 5a is er geen contact: de startmotor werkt niet. Met de contactsleutel (of startknop) sluit je stroomkring 1 (afbeelding 5b). De spoel in het relais wordt magnetisch. Het maakcontact wordt gesloten. Stroomkring 2 is nu gesloten. De startmotor gaat draaien.

afbeelding 5 De startmotor schakel je in met de contactsleutel (of startknop).

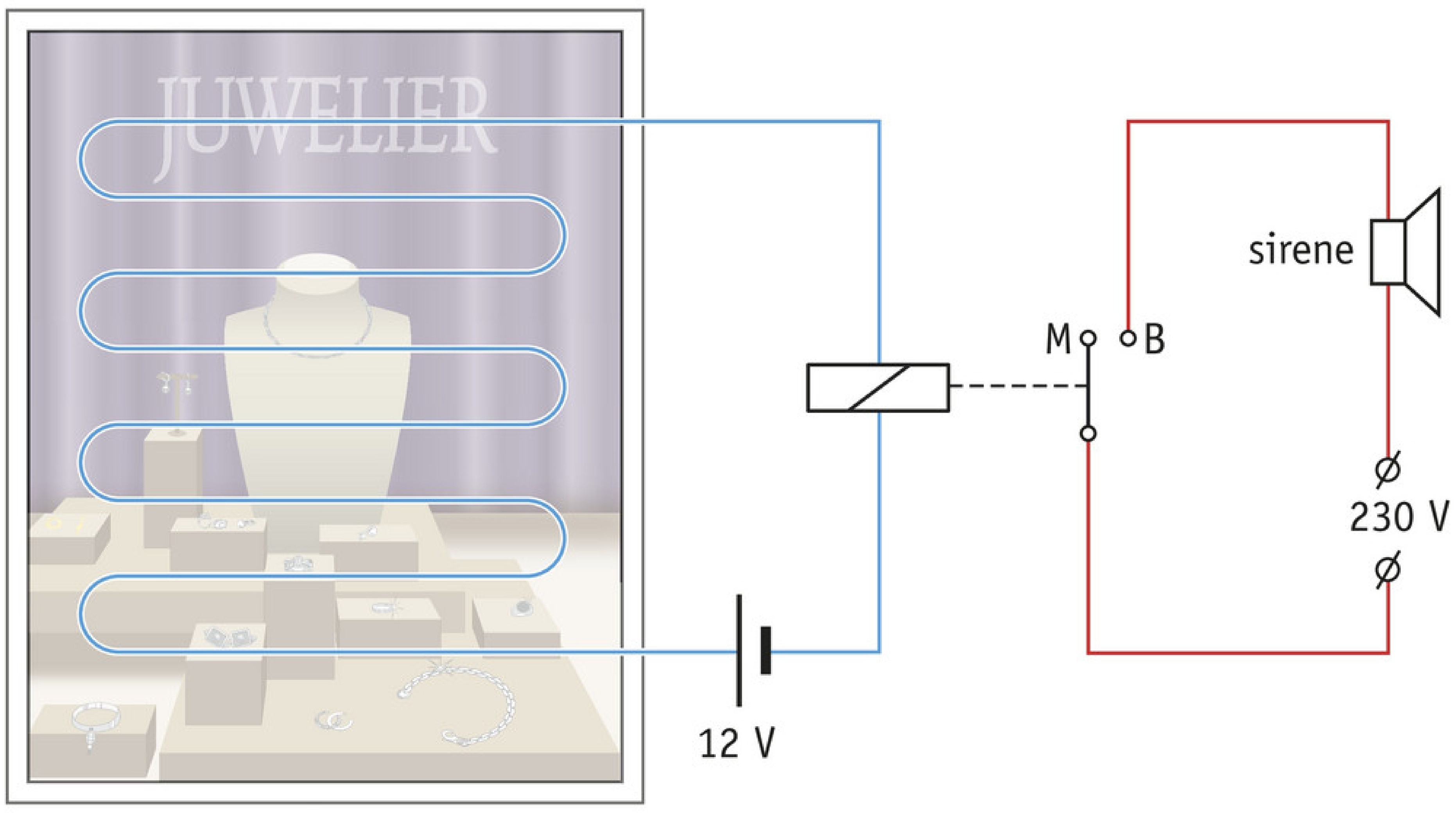


SCHAKELEN MET HET BREEKCONTACT

Stroomkring 2 kun je ook aansluiten op het breekcontact (B) van een relais. Dit gebeurt bij een inbraakbeveiliging.

Kijk naar afbeelding 6. Het raam van de juwelier is beveiligd met een schakeling met een relais.
Door het glas van de kast loopt een dunne draad. Dit is stroomkring 1. De stroomkring is gesloten. Stroomkring 2 van het relais is aangesloten op het breekcontact. Stroomkring 2 is open.

Breekt een inbreker het glas, dan wordt stroomkring 1 onderbroken. De spoel van het relais is niet meer magnetisch. Het anker wordt niet meer aangetrokken. Het relais schakelt naar het breekcontact. Stroomkring 2 sluit. De sirene gaat loeien.

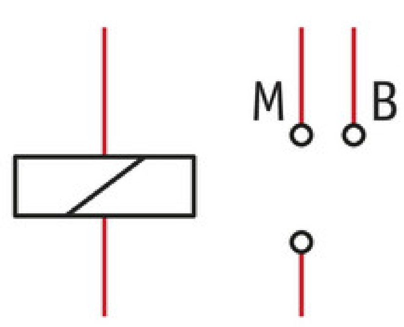


afbeelding 6 Inbraakbeveiliging met een relais.

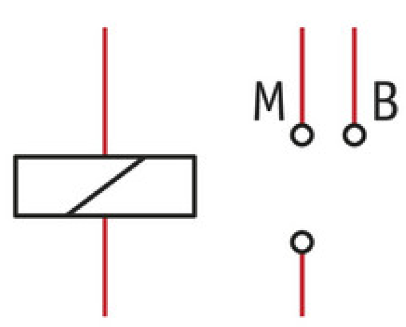
9 Een relais heeft twee standen.

a In situatie 1 gaat er stroom door de spoel van het relais.
Maak het symbool van het relais compleet.

b In situatie 2 gaat er geen stroom door de spoel van het relais.
Maak het symbool van het relais compleet.



situatie 1



situatie 2

10 Voor welke contacten staan de letters M en B in het relais?

De letter M staat voor ....

De letter B staat voor ....

11 Gebruik bij deze opdracht afbeelding 6.

a Als het glas heel is, is de stroomkring van de spoel *WEL* / *NIET* gesloten.

b Als het glas heel is, is de stroomkring van de sirene *WEL* / *NIET* gesloten.

c Als het glas breekt, is de stroomkring naar de spoel *WEL* / *NIET* gesloten.

d Als het glas breekt, schakelt het relais naar het *BREEKCONTACT* / *MAAKCONTACT.*

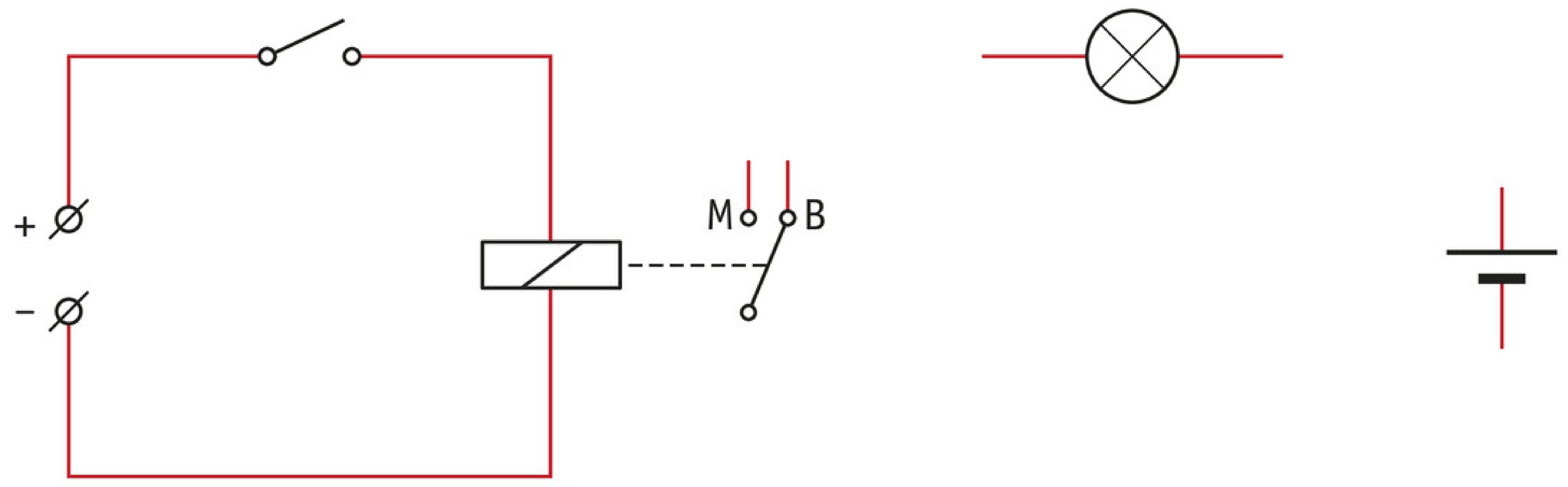
e Als het glas breekt, is de stroomkring naar de sirene *WEL* / *NIET* gesloten.

f Als het glas breekt, gaat de sirene *WEL* / *NIET* af.

12 Daphne wil een lamp op een relais aansluiten. Als er geen stroom door de spoel van het relais gaat, moet de lamp aangaan.

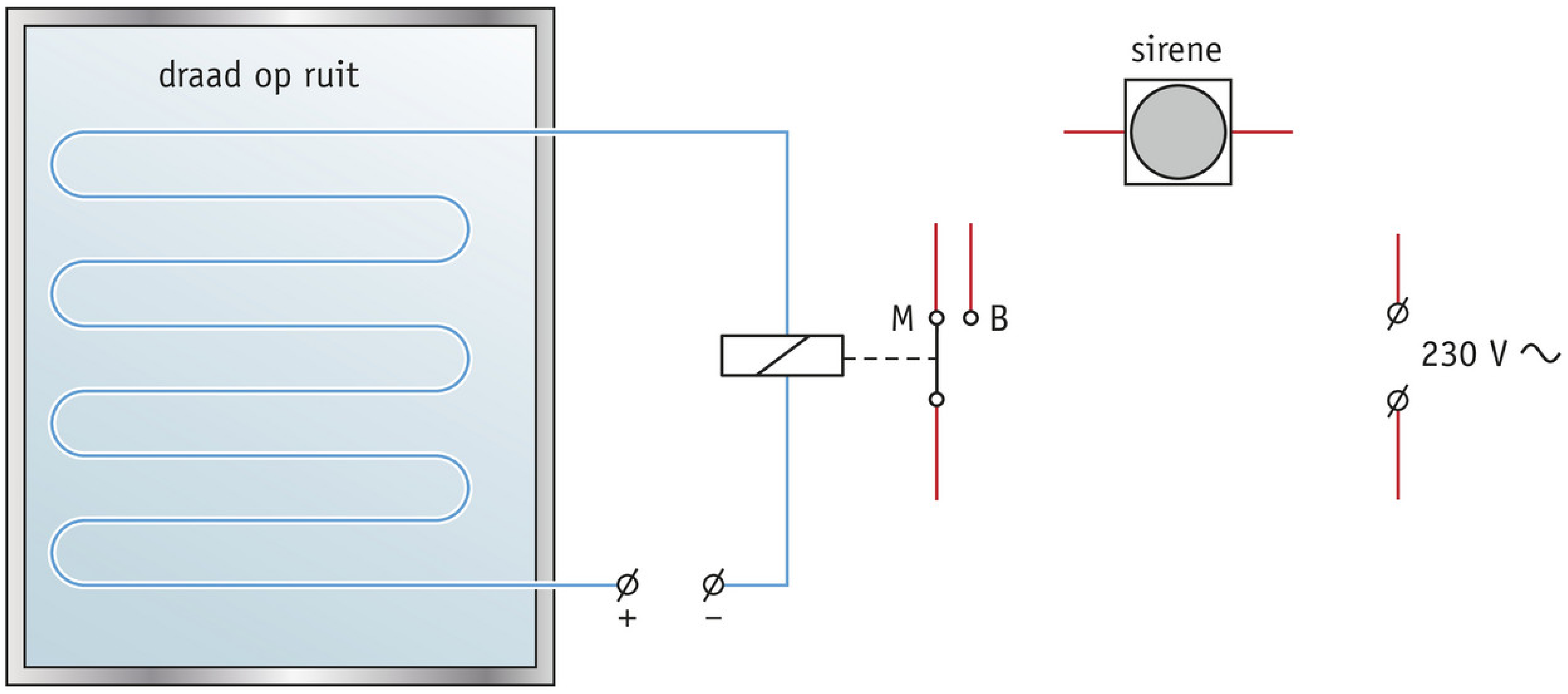
a Daphne moet het *BREEKCONTACT* / *MAAKCONTACT* van het relais gebruiken.

b In afbeelding 7 zie je Daphnes schakeling. Er ontbreken enkele snoeren. Maak het schakelschema compleet door de ontbrekende snoeren te tekenen.



afbeelding 7 De schakeling van Daphne.

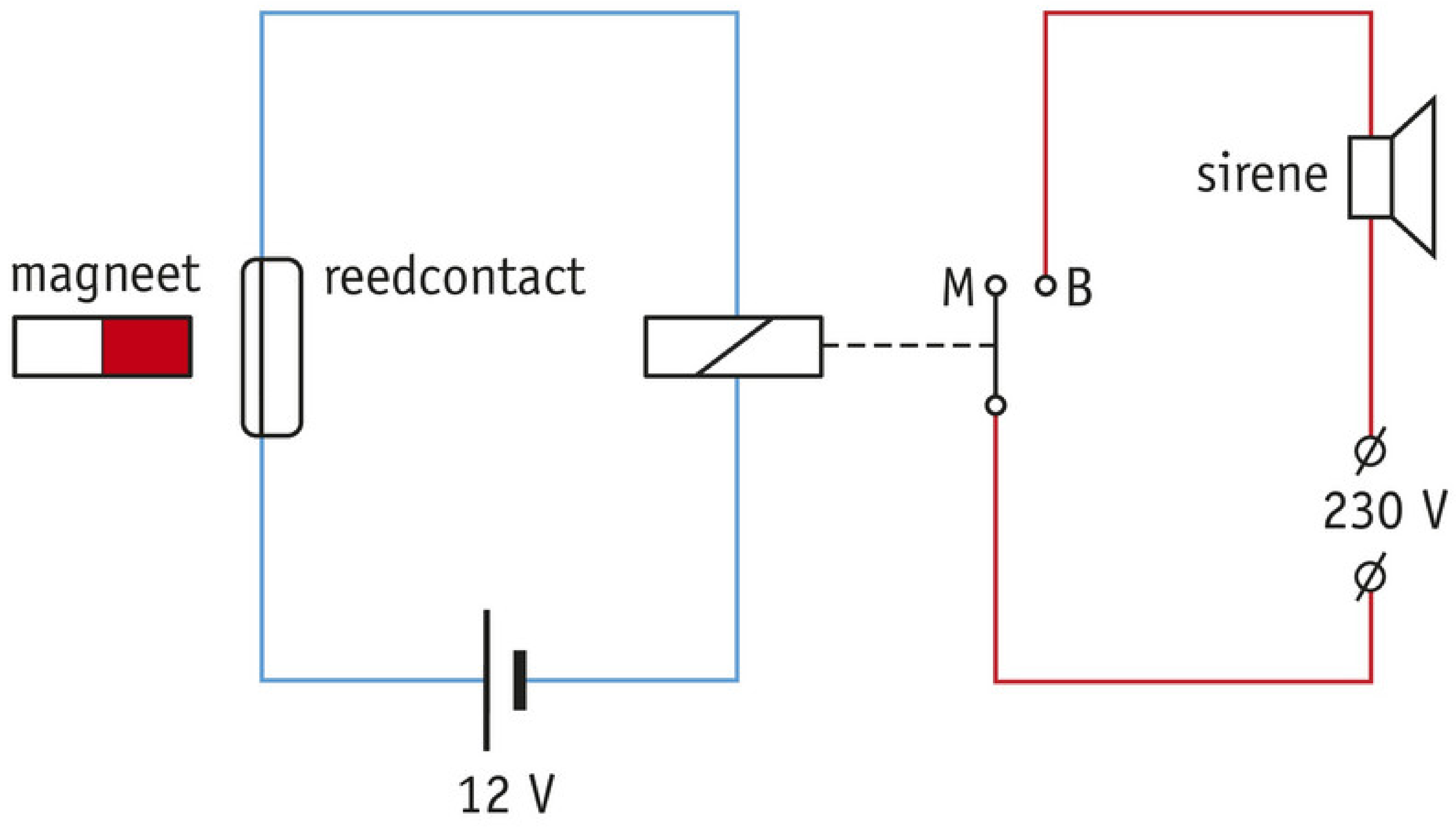
13 In afbeelding 8 zie je onderdelen van een alarminstallatie. De sirene moet afgaan als de draad op de ruit kapotgaat. Er ontbreken enkele snoeren. Maak het schakelschema af door de ontbrekende snoeren te tekenen.



afbeelding 8 Een inbraakalarm.

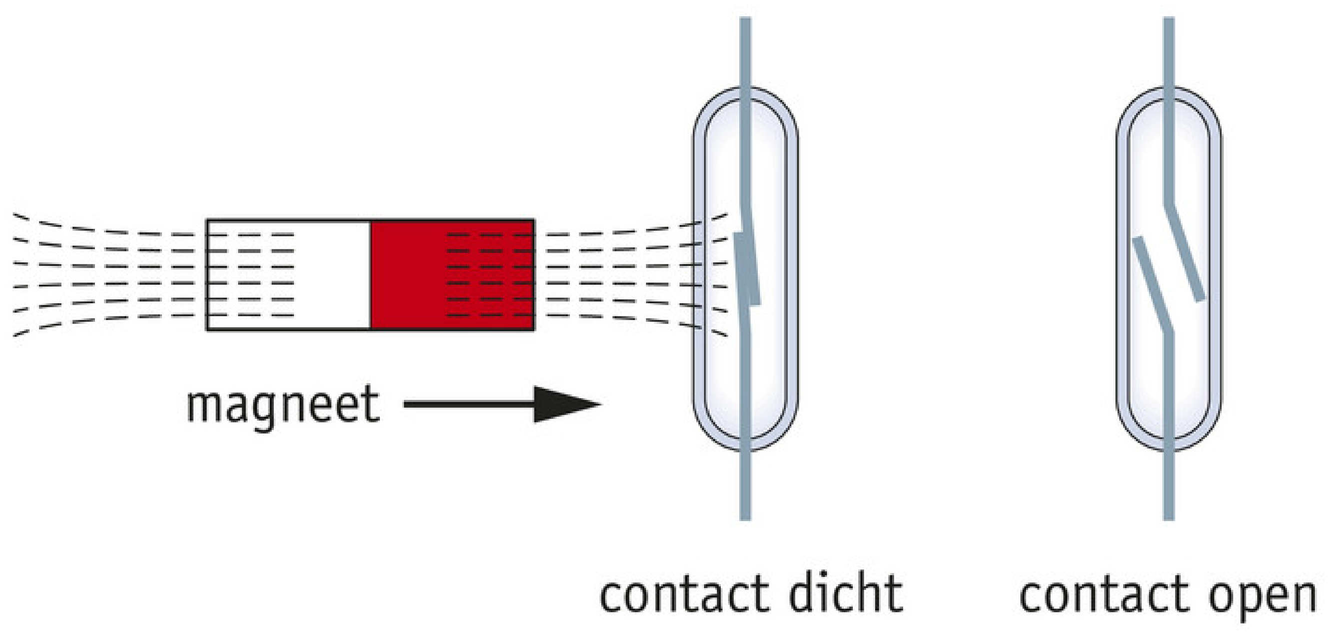
HET REEDCONTACT

Er bestaan ook alarmsystemen waarmee je openslaande ramen kunt beveiligen. In afbeelding 9 zie je het schakelschema van zo'n inbraakalarm. Het alarm gaat af op het moment dat het raam wordt opengemaakt.



afbeelding 9 Met deze schakeling kun je een raam beveiligen.

In deze alarmschakeling zit een **reedcontact**. Dat is een schakelaar die reageert op een magneet. In afbeelding 10 zie je hoe dat werkt. Als je een magneet bij het reedcontact houdt, klikken de twee stalen strips tegen elkaar aan. Zo wordt de stroom ingeschakeld. Als je de magneet weghaalt, veren de strips weer bij elkaar vandaan. Dan wordt de stroom uitgeschakeld.



afbeelding 10 Een reedcontact sluit als er een magneet bij wordt gehouden.

Bij een alarmsysteem zit het reedcontact op het kozijn en het magneetje vlak daarnaast op het raam. De stroom loopt dan via het reedcontact door de spoel van het relais, zoals in afbeelding 9 is getekend. Als een inbreker het raam opent, beweegt het magneetje bij het reedcontact vandaan. Het reedcontact schakelt de stroom door de spoel dan uit. Hierdoor gaat het alarm af.

14 Gebruik *BINAS* tabel 12 *Elektrotechnische symbolen.*

a Teken in het vak links het symbool van een open reedcontact.

b Teken in het vak rechts het symbool van een gesloten reedcontact.

open	gesloten

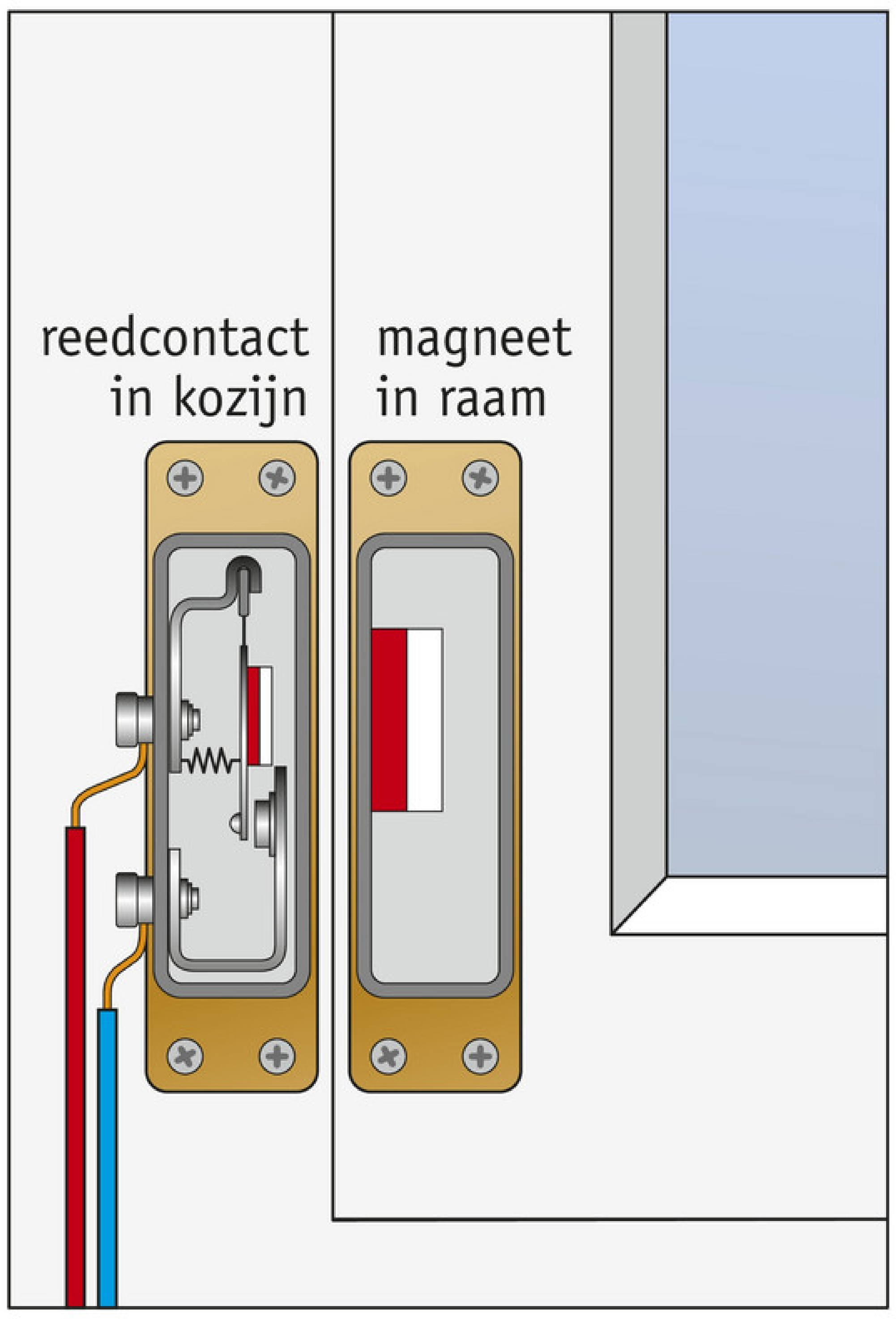
15 Bij de raambeveiliging in afbeelding 11 zie je een reedcontact.

a Wat is een reedcontact?

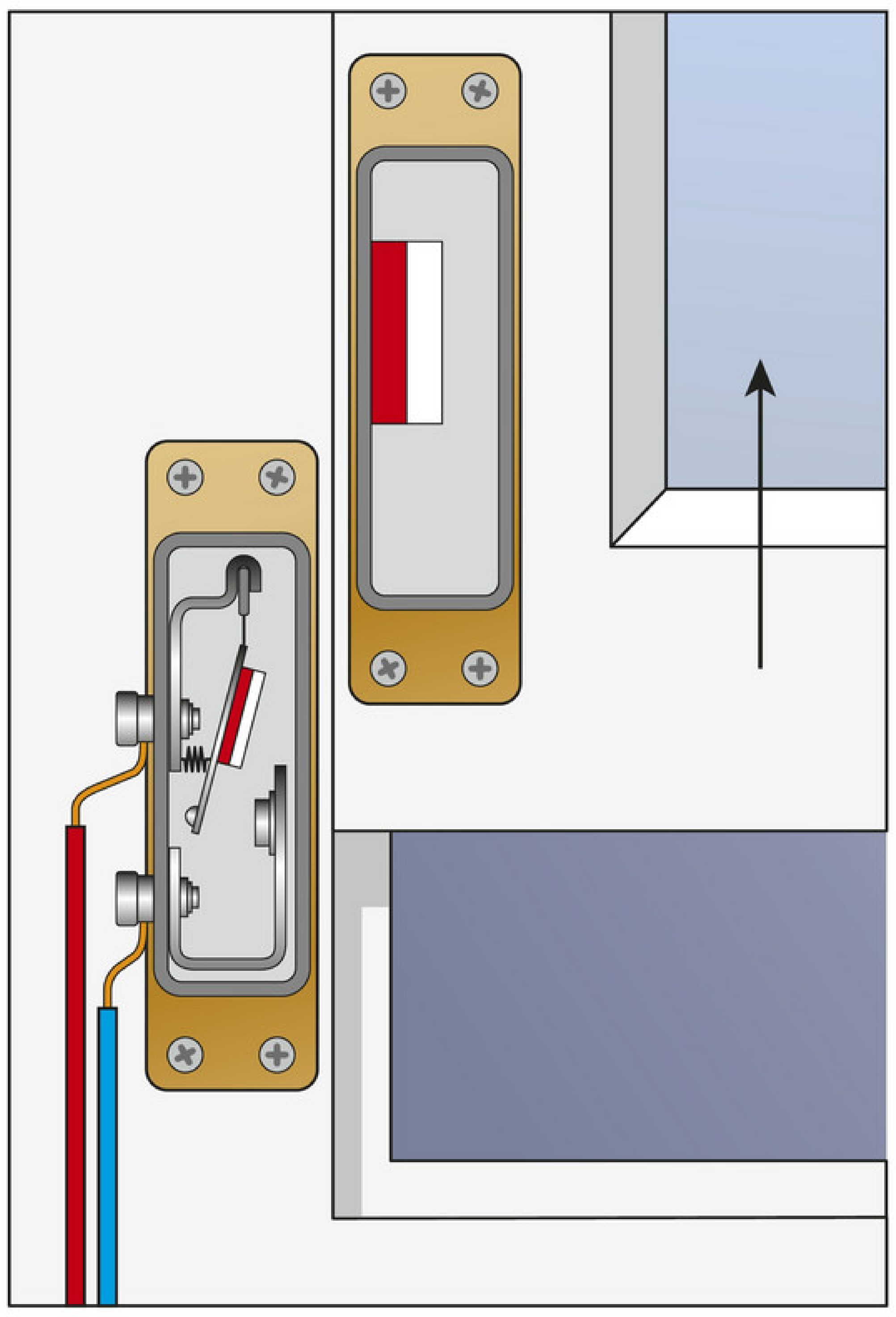
- ○ A een schakelaar die reageert op een magneet
- ○ B een weerstand die reageert op licht
- ○ C een weerstand die reageert op temperatuur

b Als het raam dicht is, zit de magneet bij het reedcontact.
Het reedcontact schakelt de stroom *IN* / *UIT*.

afbeelding 11 Raambeveiliging op een schuifraam.

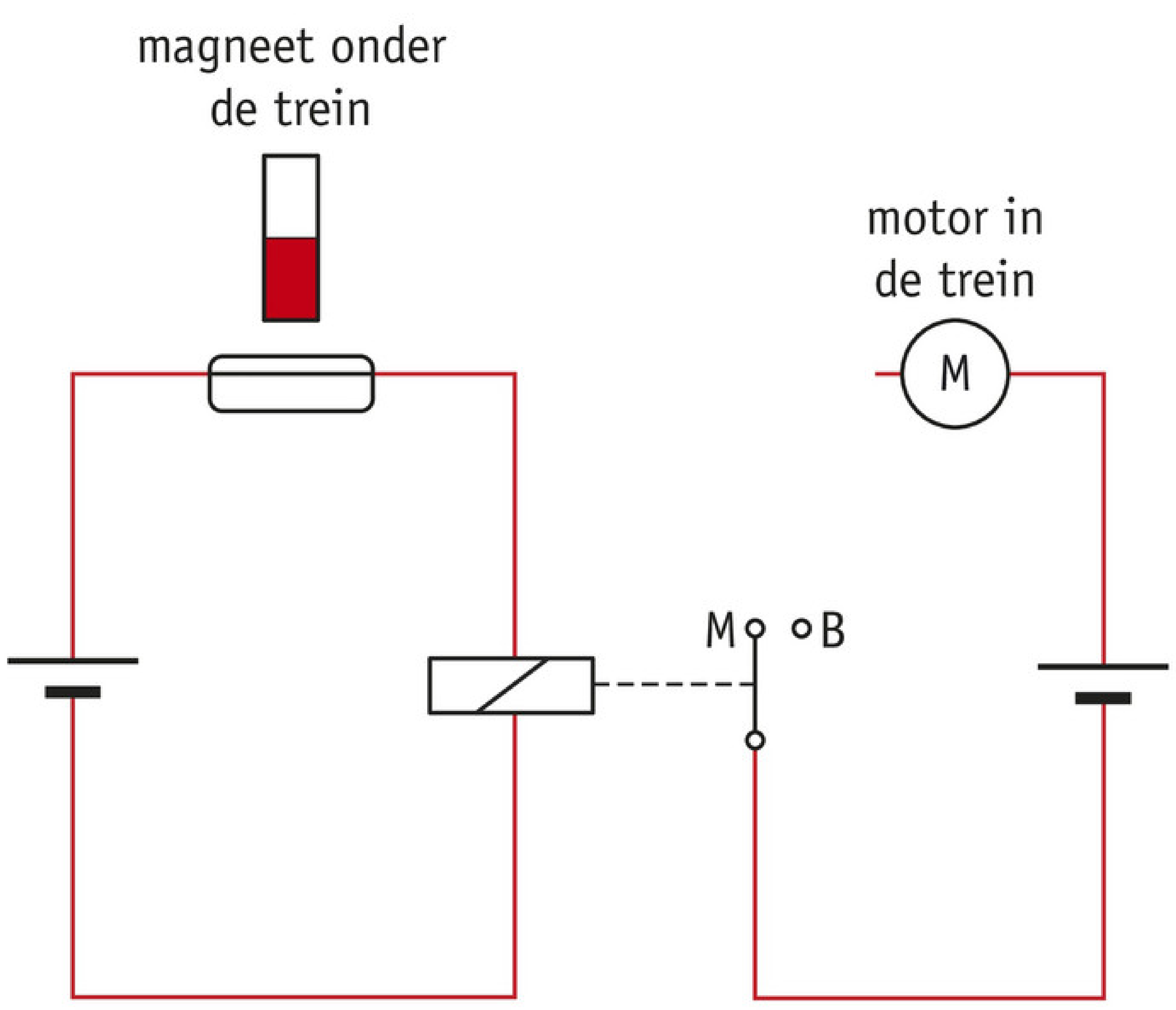


Het raam is dicht.



Het raam is open.

16 Bij een modelspoorbaan kun je een trein automatisch laten stoppen. Onder de trein zit een magneetje. Daar waar je wilt dat de trein stopt, leg je een reedcontact in het spoor. Komt het magneetje boven het reedcontact, dan stopt de trein met rijden.
Het schema in afbeelding 12 is van het moment dat de trein boven het reedcontact staat.
Teken in de afbeelding het ontbrekende snoer.



afbeelding 12 Een schakeling in een modelspoorbaan.

★ 17 In welke situaties zal een reedcontact sluiten?

- ☐ A als je er een magneet bij houdt
- ☐ B als je er een stuk ijzer bij houdt
- ☐ C als je er een spoel bij houdt waar geen stroom doorheen loopt
- ☐ D als je er een spoel bij houdt waar stroom doorheen loopt

Werken als beveiligingstechnicus — beroep



Vandaag installeert Nathan een beveiligingssysteem bij een bedrijf. Nathan is beveiligingstechnicus. Nathan: “Ik werk nu drie jaar als beveiligingstechnicus. In de eerste maanden ging ik altijd met een ervaren technicus mee. Zo heb ik het vak geleerd.”

Nathan heeft eerst de mbo-opleiding Monteur elektrotechnische installaties niveau 2 gedaan. Nathan: “In de advertentie voor de baan stond dat je een afgeronde technische mbo-opleiding moest hebben. Gelukkig had ik die.”

Nathan heeft nu een afwisselende baan. Nathan: “De ene dag leg ik een beveiligingssysteem aan of stel ik een nieuw toegangssysteem in bedrijf. De volgende dag doe ik onderhoud aan een inbraakmeldinstallatie. En wat mooi meegenomen is, het verdient goed.”

18 Lees de tekst ‘Werken als beveiligingstechnicus’.
Welke soort sensor zit in het beveiligingssysteem dat Nathan aan het installeren is?

- ○ A een bewegingssensor
- ○ B een lichtsensor
- ○ C een temperatuursensor

ONTHOUD

Een relais is een automatische schakelaar.
Een relais is aangesloten op twee stroomkringen.

Een relais heeft een maakcontact en een breekcontact.
Het anker wordt wel of niet aangetrokken door de elektromagneet.

Is de elektromagneet aan, dan maakt het anker contact met het maakcontact.
Is de elektromagneet uit, dan maakt het anker contact met het breekcontact.

Voorbeeld van schakelen met het maakcontact: de startmotor van een auto.
Voorbeeld van schakelen met het breekcontact: een inbraakbeveiliging.

Een reedcontact is een schakelaar die reageert op een magneet.
In het reedcontact klikken twee strips tegen elkaar aan als de magneet bij het contact wordt gehouden.
Als de strips tegen elkaar aan klikken, laat het reedcontact stroom door.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

5 Schakelen met halfgeleiders

LEERDOELEN

11.5.1 Je kunt uitleggen of een diode de stroom doorlaat of tegenhoudt.
11.5.2 Je kunt uitleggen hoe je een led in een schakeling aansluit.
11.5.3 Je kunt de aansluitpunten van een transistor benoemen.
11.5.4 Je kunt uitleggen hoe een transistor in een schakeling werkt.
11.5.5 Je kunt schema's van schakelingen met een transistor uitleggen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	11.5.1	11.5.2	11.5.3	11.5.4	11.5.5	11.2.1*	11.3.2*
Onthouden	1a, 2	1b	9, 14a	8a, 10			
Begrijpen		3, 5a, 6a, 7b		8b			7a, 15b
Toepassen		5b		11	13, 15c	15a	
Analyseren		4, 6b	12		14b		

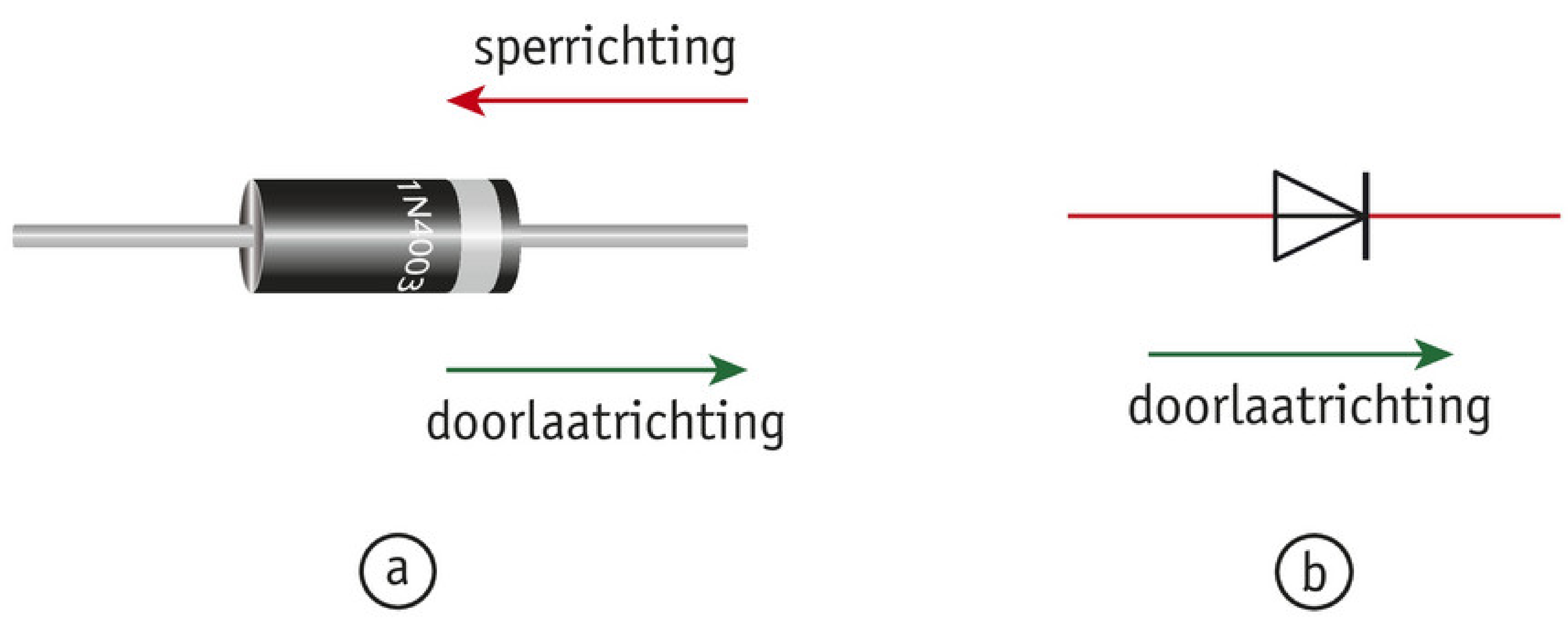
* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Zonder halfgeleiders zouden een tablet, telefoon en computer niet werken. Er zijn verschillende soorten halfgeleiders.

DE DIODE

Een **halfgeleider** is een klein elektronisch onderdeel dat stroom doorlaat in één richting. Een voorbeeld van een halfgeleider is een **diode**. De richting waarin de diode stroom doorlaat, heet de doorlaatrichting. De tegenovergestelde richting is de richting waar de diode geen stroom doorlaat. Die richting heet de sperrichting. 'Sper' komt van het werkwoord '**sperren**'. Dat betekent: tegenhouden.
In afbeelding 1a zie je een diode. In afbeelding 1b staat het symbool van een diode.

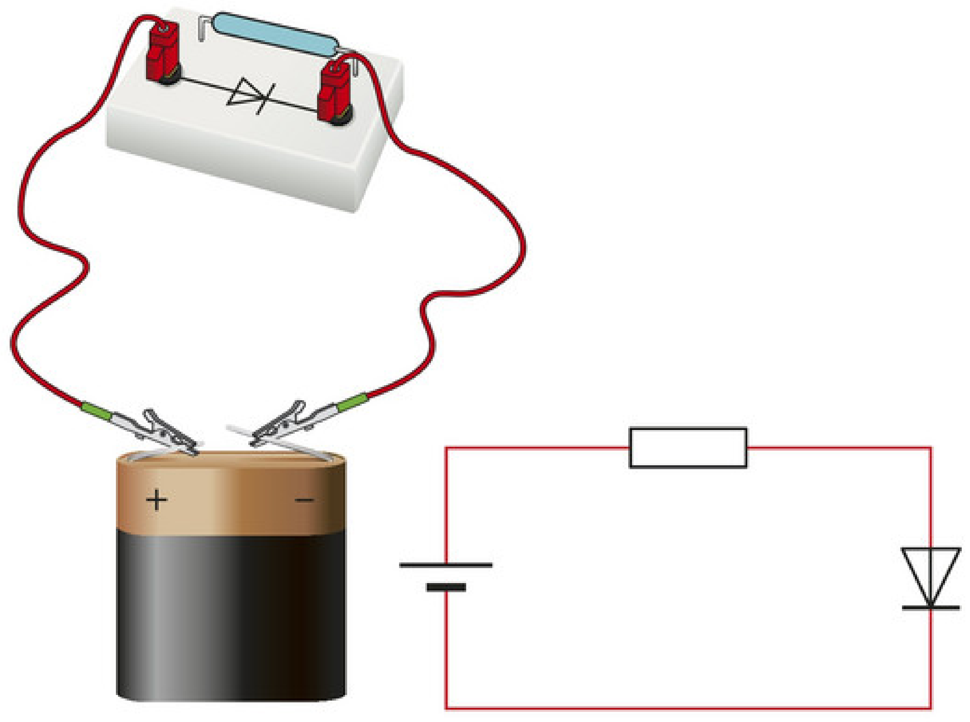
afbeelding 1 Een diode: in het echt (a) en als schakelsymbool (b).



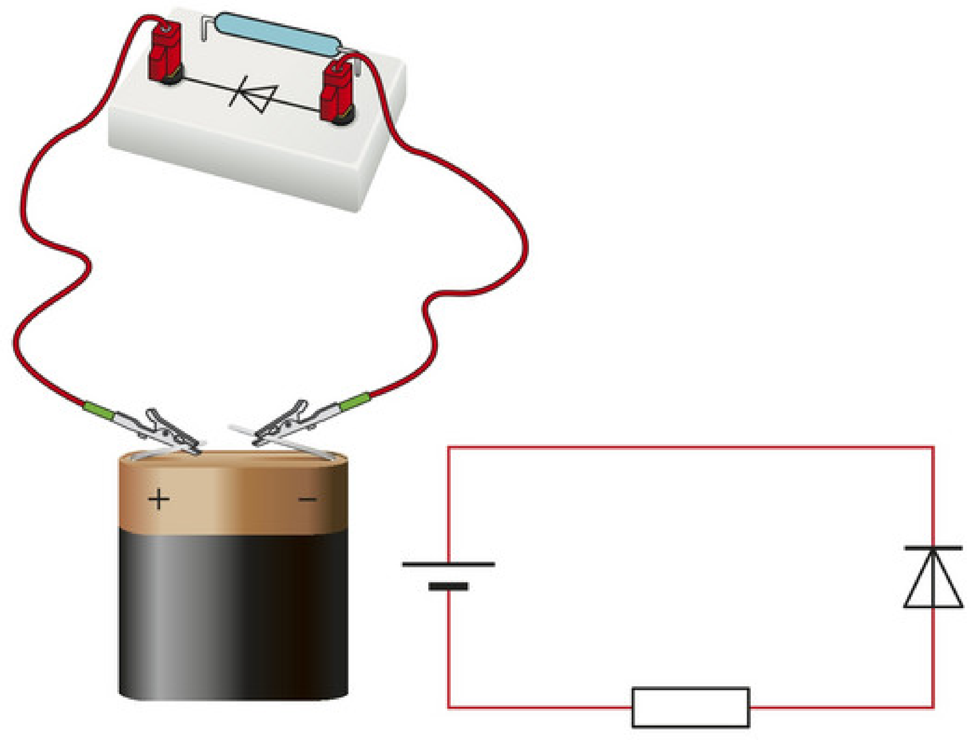
In een stroomkring loopt de stroom van plus (+) naar min (−). Als je de diode wilt aansluiten zodat er stroom door loopt, moet je de batterij aansluiten in de doorlaatrichting. De plus van de batterij is aangesloten aan de kant van de 'driehoek' van de diode (afbeelding 2a). De weerstand in de schakeling zorgt ervoor dat er geen kortsluiting ontstaat.

Je kunt de diode ook omgekeerd aansluiten. Dan sluit je de batterij aan in de sperrichting. Er zal dan geen stroom door de diode stromen. De plus van de batterij is aangesloten aan de kant van de 'streep' van de diode (afbeelding 2b).

afbeelding 2 De diode geleidt en spert de stroom.



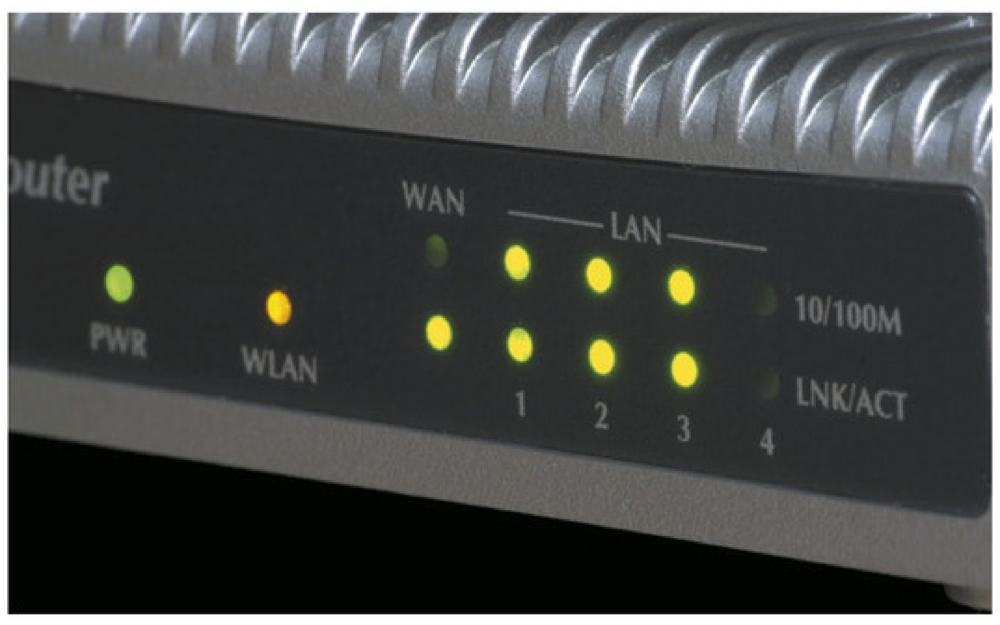
a De diode geleidt de stroom.



b De diode spert de stroom.

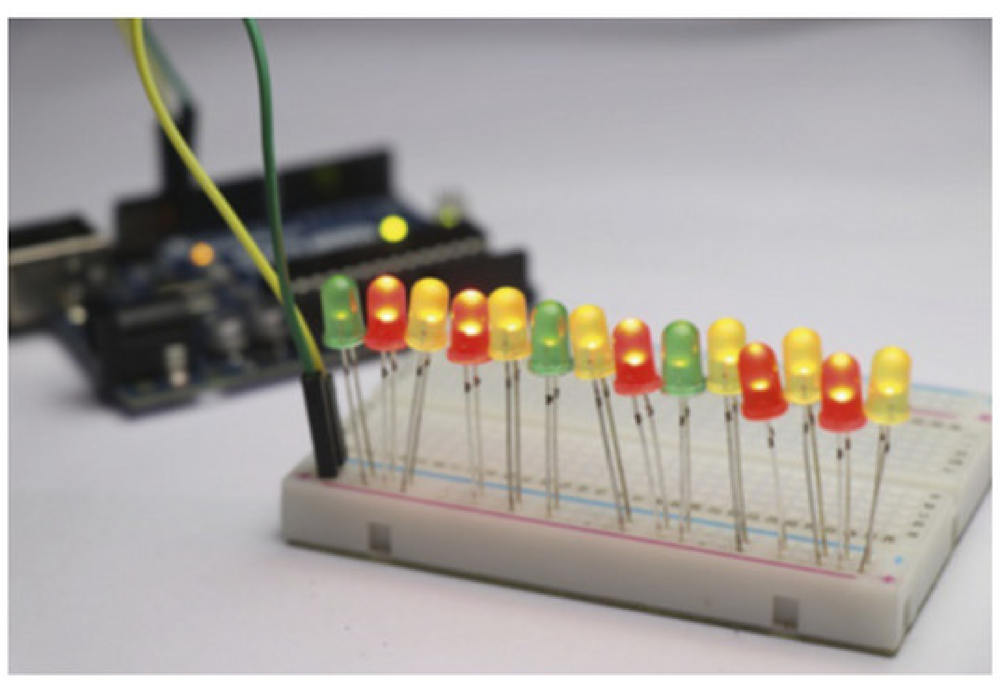
DE LED

Een bijzondere diode is een **led**. Als door een led stroom loopt, geeft ze licht. Ook een led heeft een doorlaatrichting en een sperrichting. Led is de afkorting van *light emitting diode* (licht uitzendende diode). Een led wordt veel gebruikt als controlelamp. Bijvoorbeeld de kleine gekleurde lampjes op de televisie of op een modem (afbeelding 3).

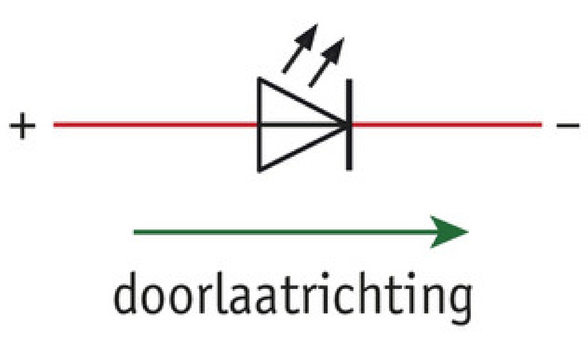


afbeelding 3 Leds als controlelampjes op een modem.

Leds zijn er in verschillende vormen en kleuren (afbeelding 4). Vaak zie je ze als een bolletje. Een led gebruikt heel weinig energie. In afbeelding 5 staat het symbool voor een led.



afbeelding 4 Brandende leds in verschillende kleuren.



afbeelding 5 Symbool voor een led.

Ook in bijna alle lampen die je thuis gebruikt en in zaklampen zitten leds (afbeelding 6).



afbeelding 6 De gele plaatjes in de ledlampen zijn de leds.

PROEF 1 DE WERKING VAN EEN LED VASTSTELLEN

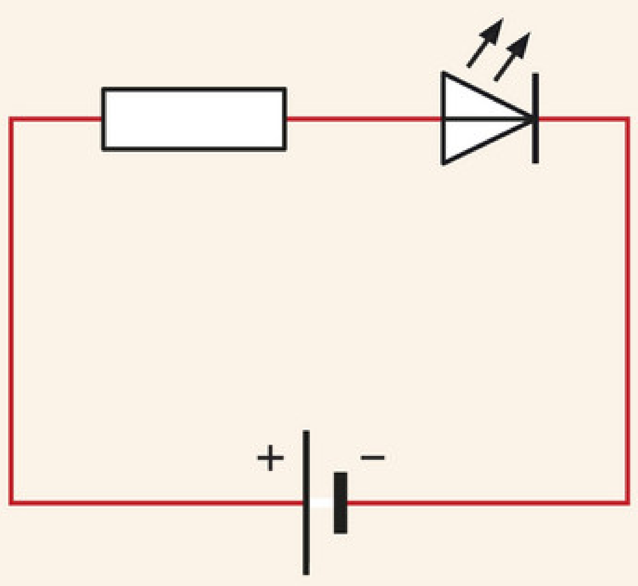
15 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ batterij van 4,5 V
- ☐ voeding van 6 V wisselspanning
- ☐ led met weerstand
- ☐ 2 krokodillenklemmen
- ☐ 2 snoeren

Uitvoering

- Maak de schakeling van afbeelding 7.



afbeelding 7 Het schema van een led die geleidt.

- Geeft de led geen licht, draai dan de snoeren op de plus (+) en de min (−) van de batterij om.
- Brandt de led nu nog niet, vraag dan je leraar om hulp.

1

De led brandt in deze schakeling.
De led is dus aangesloten in de *DOORLAATRICHTING* / *SPERRICHTING*.

- Zet in afbeelding 7 de punt van je potlood op de plus van de batterij.
- Ga met de punt van je potlood over de stroomdraden naar de min van de batterij.

2

Als je met de punt van je potlood van de plus naar de min gaat:
○ A beweeg je in de richting van de pijlpunt van de led.
○ B beweeg je tegen de richting van de pijlpunt van de led in.

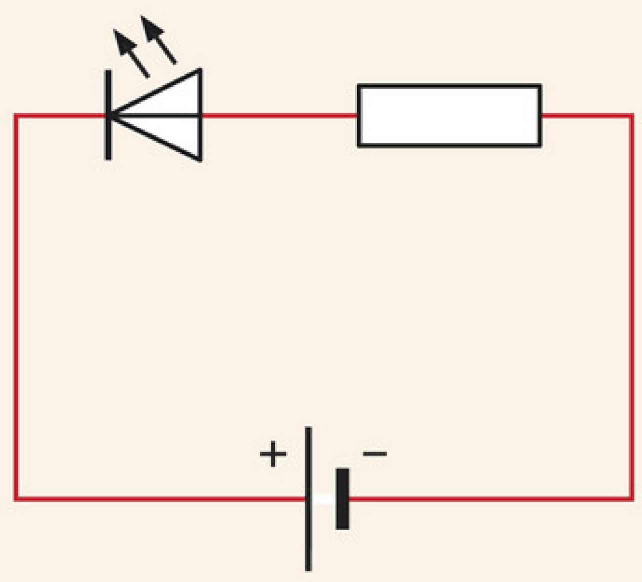
- Draai de snoeren aan de plus en de min van de batterij om.

De led is wel aangesloten, maar geeft nu geen licht.

3

De led brandt niet in deze schakeling.
De led is dus aangesloten in de *DOORLAATRICHTING* / *SPERRICHTING*.

Het schema van de aansluiting die je nu hebt gemaakt, zie je in afbeelding 8.



afbeelding 8 Het schema van een led die spert.

- Zet in afbeelding 8 de punt van je potlood op de plus van de batterij.
- Ga met de punt van je potlood over de stroomdraden naar de min van de batterij.

4

Als je met de punt van je potlood van de plus naar de min gaat:
○ A beweeg je in de richting van de pijlpunt van de led.
○ B beweeg je tegen de richting van de pijlpunt van de led in.

- Haal de snoeren van de batterij.
- Ruim alles netjes op.

1 **a** Teken het symbool van een diode.

b Teken het symbool van een led.

2 Als door een diode stroom loopt, *GELEIDT* / *SPERT* de diode de stroom.

3 Wat doet een led als er stroom doorheen loopt?

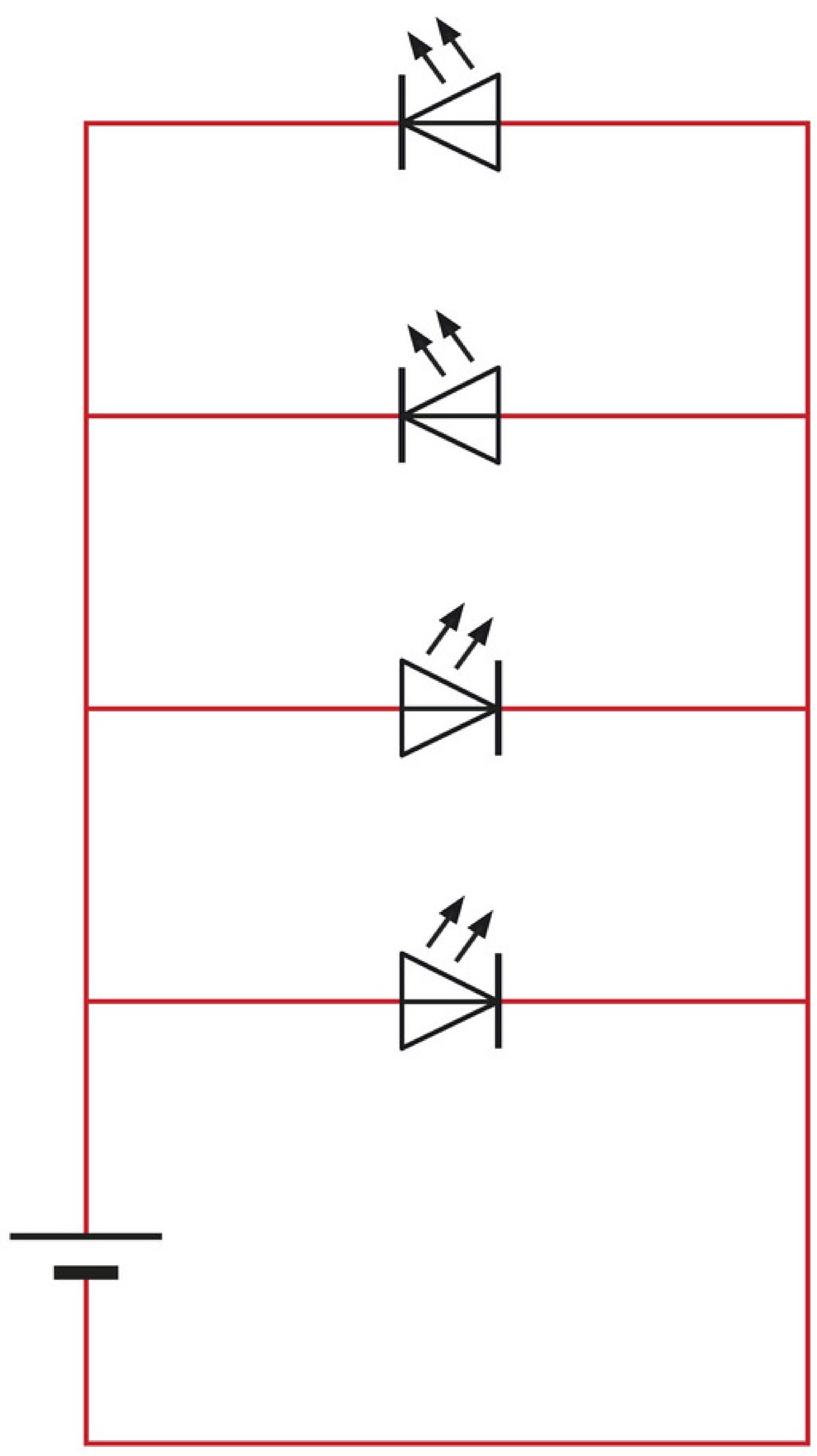
....

4 Een led is in serie geschakeld met een weerstand. Elze haalt de weerstand voor de led weg. In plaats van de weerstand soldeert ze een gewoon stukje koperdraad. Hierdoor wordt de stroomsterkte door de led *GROTER* / *KLEINER*.

5 In de schakeling van afbeelding 10 zitten vier leds. In de schakeling zit ook een batterij.

a Hoe zijn de leds geschakeld?
De leds zijn *IN SERIE* / *PARALLEL* geschakeld.

b Omcirkel in afbeelding 10 de leds die licht uitzenden.



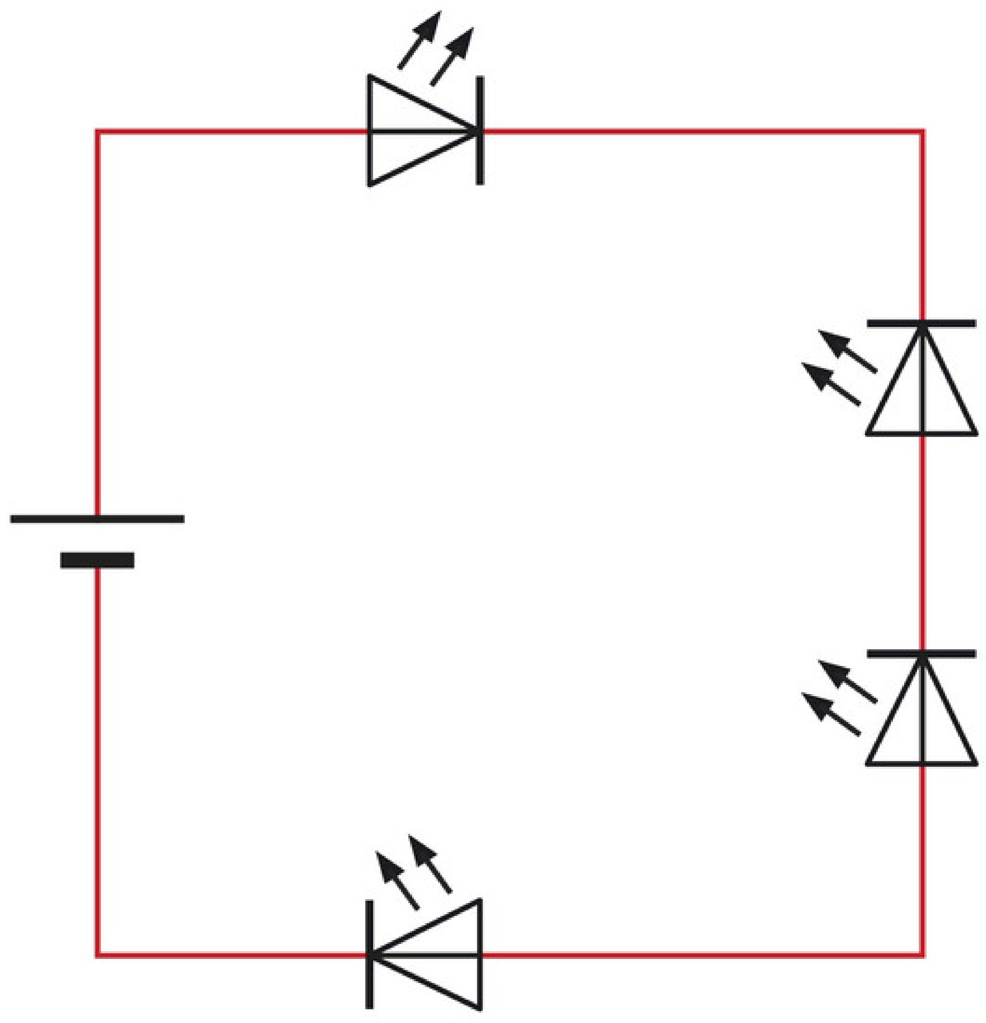
afbeelding 10 Vier leds in een schakeling.

6 In de schakeling van afbeelding 11 zitten vier leds. In de schakeling zit ook een batterij.

a Hoe zijn de leds geschakeld?
De leds zijn *IN SERIE* / *PARALLEL* geschakeld.

b Hoeveel leds branden in de schakeling?

....

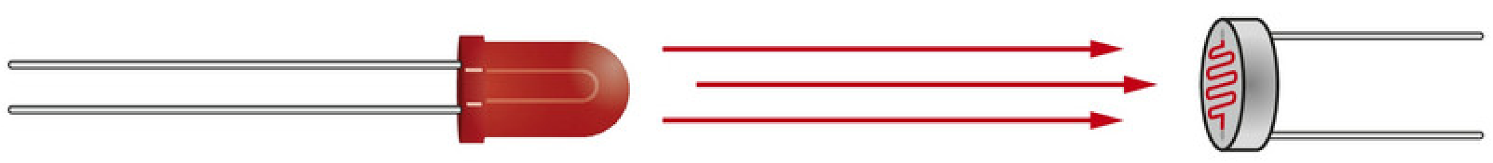


afbeelding 11 Schakeling met vier leds.

7 Als je een winkel binnenkomt, gaat er vaak een zoemer of bel af. Je loopt dan door een lichtstraal die onderbroken wordt. De eigenaar van de winkel weet dan dat er een klant binnenkomt. Op de ene deurpost zit een onderdeel dat licht uitzendt, op de andere deurpost een ontvanger (afbeelding 12).

a Welk elektronisch onderdeel zit er in de ontvanger?
- ○ A diode
- ○ B LDR
- ○ C led
- ○ D NTC

b Welk elektronisch onderdeel zendt het licht uit?
- ○ A diode
- ○ B LDR
- ○ C led
- ○ D NTC

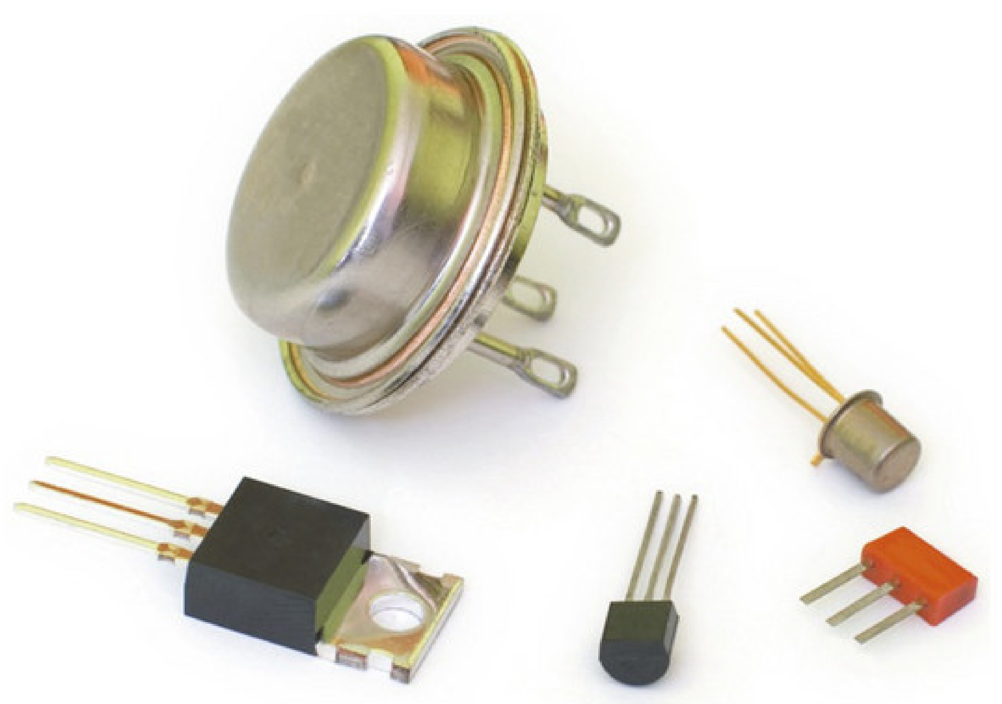


afbeelding 12 De zender en de ontvanger van een automatische bel.

DE TRANSISTOR

Een **transistor** is net als de diode en de led een halfgeleider (afbeelding 13). Een transistor kun je gebruiken als automatische schakelaar, net als een relais. Een transistor heeft verschillende voordelen:

- Een transistor is kleiner dan een relais.
- Een transistor is goedkoper dan een relais.
- Een transistor verbruikt minder elektrische energie dan een relais.



afbeelding 13 Verschillende transistors.

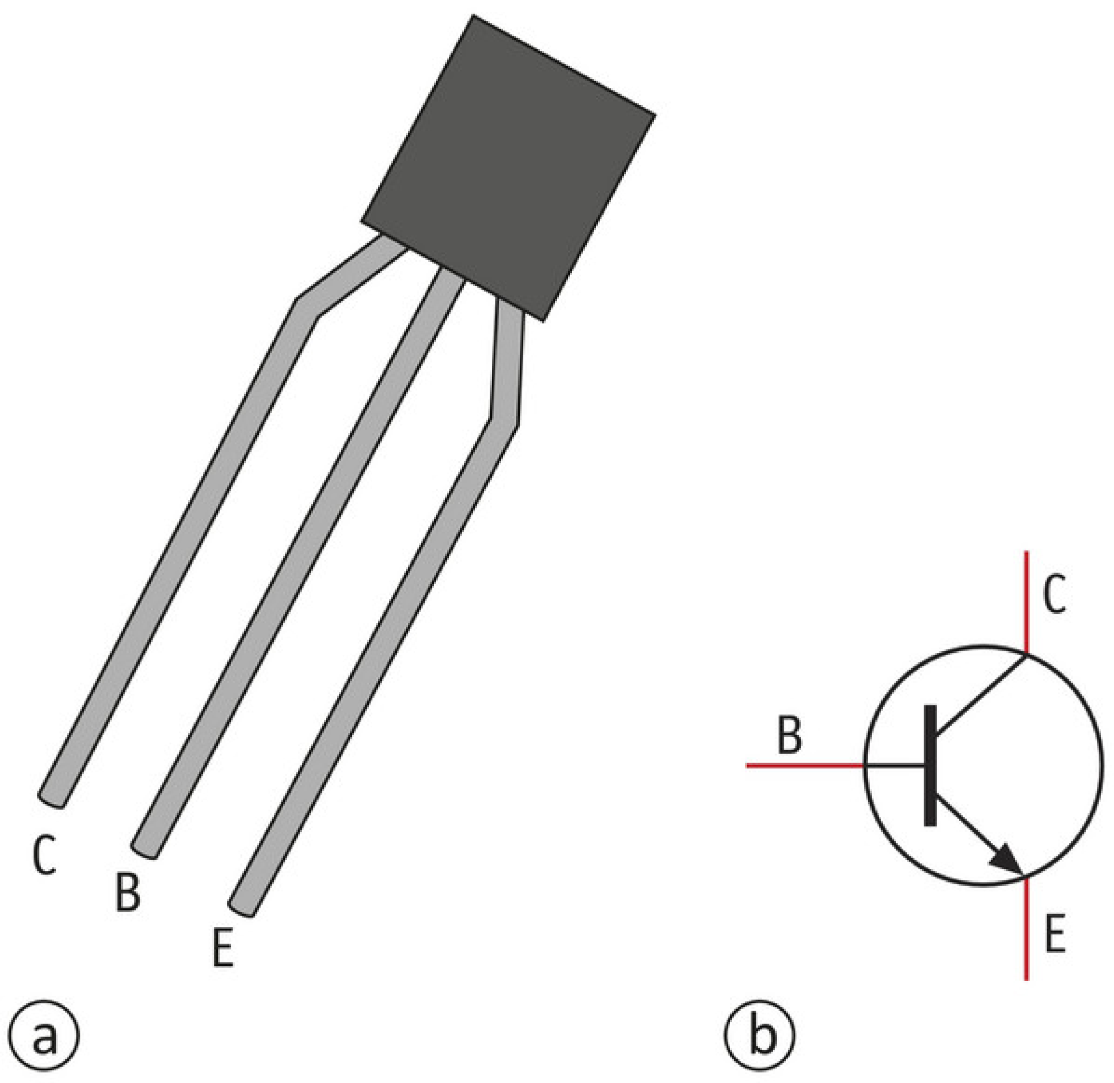
Een transistor wordt gebruikt om kleine stroomsterktes te schakelen. Een transistor werkt met twee stroomkringen. Meestal zit er in een schakeling met een transistor maar één spanningsbron.

DE WERKING VAN EEN TRANSISTOR

Een transistor (afbeelding 14) heeft drie aansluitpunten:

- de **collector** (C)
- de **basis** (B)
- de **emitter** (E)

afbeelding 14 Een transistor (a) en het bijbehorende schakelsymbool (b).



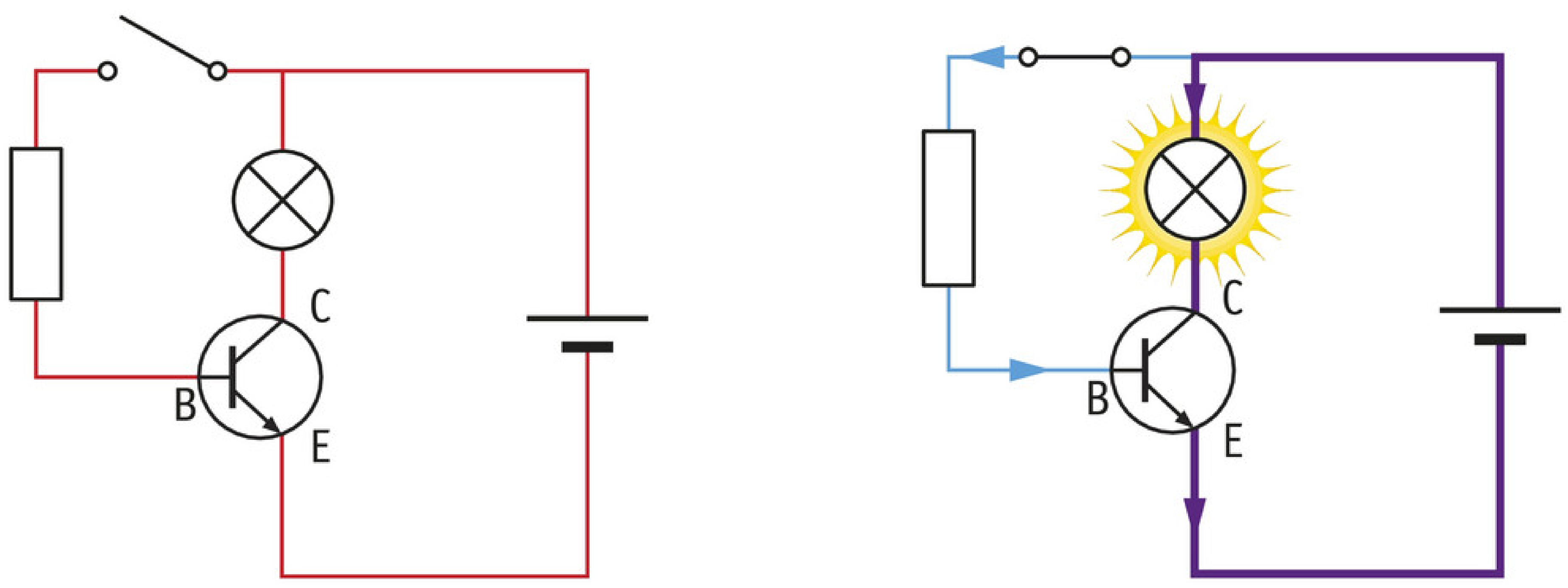
Door een transistor kunnen twee stromen lopen:

- van de basis naar de emitter,
- van de collector naar de emitter.

De stroom door de basis bepaalt of de transistor uitstaat of aanstaat.

- De transistor staat in de UIT-stand als de stroom door de basis nul is. Er kan dan ook geen stroom lopen van de collector naar de emitter (afbeelding 15a).
- De transistor staat in de AAN-stand als er een kleine stroom door de basis loopt. Er kan dan stroom lopen van de collector naar de emitter (afbeelding 15b). Zo kun je een apparaat aanzetten dat je op de collector hebt aangesloten.

afbeelding 15 Met een kleine stroom van B naar E, kun je een grote stroom van C naar E inschakelen.



a Er loopt geen stroom via de basis; de transistor staat in de UIT-stand.

b Er loopt een kleine stroom via de basis; de transistor staat in de AAN-stand.

PROEF 2 SCHAKELEN MET EEN TRANSISTOR

30 minuten

Wat je nodig hebt

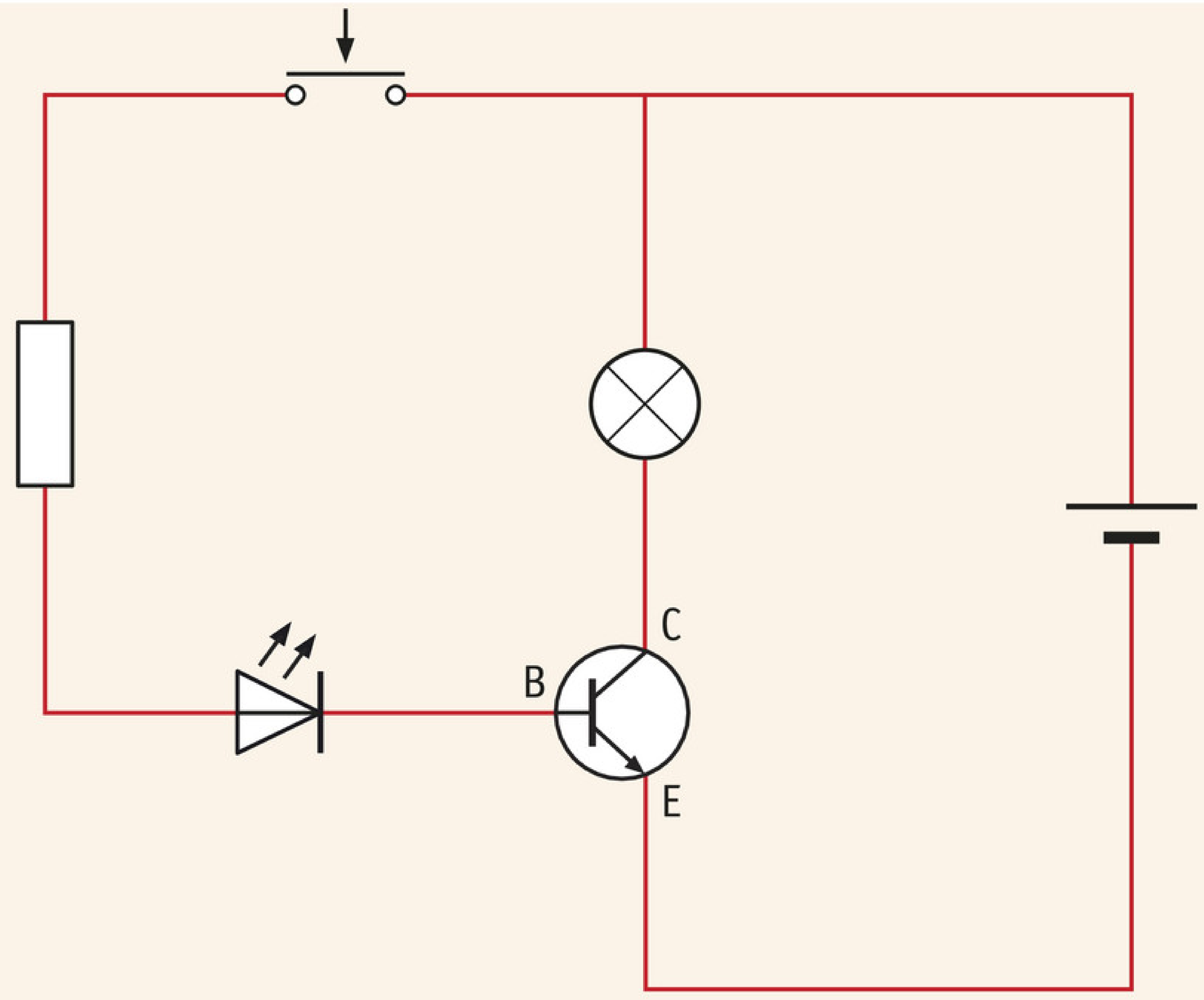
- ☐ batterijhouder met 4 batterijen
- ☐ 6 snoeren
- ☐ 2 krokodillenklemmen
- ☐ led met voorschakelweerstand (ongeveer 100 Ω)
- ☐ lampje van 6 V
- ☐ lamphouder
- ☐ transistor (NPN, bijvoorbeeld BD137 of BC547)
- ☐ drukschakelaar

Uitvoering

Je gaat met een drukknop een lampje laten branden met behulp van een transistor.

Maak de schakeling van afbeelding 16. Doe dit als volgt:

- Sluit de plus van de batterij aan op het lampje en op de drukschakelaar.
- Sluit het lampje aan op de collector van de transistor.
- Sluit de drukschakelaar aan op de voorschakelweerstand van de led.
- Sluit de led aan op de basis van de transistor.
- Sluit de emitter van de transistor aan op de min van de batterij.



afbeelding 16 Het schema van de aansluiting.

- Druk de knop van de drukschakelaar in en houd hem ingedrukt.

(De lamp en de led moeten nu branden. Als dat niet zo is, controleer dan de aansluiting. Mocht je schakeling dan nog niet werken, vraag dan hulp aan je leraar.)

1 De lamp en de led schakelen *IN* / *UIT*.

- Laat de drukschakelaar los.

2 De lamp en de led schakelen *IN* / *UIT*.

Stroomkring 1 loopt van de plus van de batterij naar de lamp, van de lamp naar de collector, van de collector door de emitter en weer terug naar de batterij. Stroomkring 1 lijkt gesloten, maar de lamp brandt niet.

3 Er is dus *WEL* / *GEEN* verbinding tussen de collector en de emitter.

Stroomkring 2 loopt van de plus van de batterij naar de drukschakelaar, van de drukschakelaar via de weerstand naar de led, van de basis naar de emitter en zo terug naar de min van de batterij.

4 Stroomkring 2 is niet gesloten, omdat de schakelaar *OPEN* / *GESLOTEN* is.

- Houd de drukschakelaar ongeveer vijf seconden ingedrukt.

5 Wat gebeurt er in die vijf seconden?
○ A Er loopt alleen stroom in stroomkring 1.
○ B Er loopt alleen stroom in stroomkring 2.
○ C Er loopt stroom in stroomkring 1 en stroomkring 2.

6 Er is nu *WEL* / *GEEN* verbinding tussen de collector en de emitter.

7 Waarom zit er een led in deze schakeling?
- ○ A Dan kun je zien dat er stroom loopt in stroomkring 1.
- ○ B Dan kun je zien dat er stroom loopt in stroomkring 2.

8 De stroom door de led is veel *GROTER* / *KLEINER* dan de stroom door de lamp.

9 Wanneer loopt er stroom door de lamp?
- ○ A Als er stroom loopt door de basis van de transistor.
- ○ B Als er geen stroom loopt door de basis van de transistor.

- Draai het lampje los.
- Houd de drukschakelaar weer vijf seconden ingedrukt.

10 Wat gebeurt er met de led als de drukschakelaar is ingedrukt?
- ○ A De led brandt nog wel.
- ○ B De led brandt ook niet meer.

11 Welke stroomkringen zijn gesloten?
- ○ A Alleen stroomkring 1 is gesloten.
- ○ B Alleen stroomkring 2 is gesloten.
- ○ C Stroomkring 1 en stroomkring 2 zijn gesloten.

- Breek de schakeling voorzichtig af.
- Ruim alles netjes op.

8 Een transistor en een relais kun je beide gebruiken als automatische schakelaar.

a Noteer drie voordelen van een transistor als je hem vergelijkt met een relais.

1 Een transistor ....

2 Een transistor ....

3 Een transistor ....

b Wat is een nadeel van een transistor?

....

9 De aansluitpunten van een transistor worden afgekort met B, C en E.
Wat zijn de namen die bij deze afkortingen horen?

B is de ....

C is de ....

E is de ....

10 Hoe schakelt de transistor aan en uit?
Als er geen stroom door de basis loopt, loopt er *WEL* / *GEEN* stroom van de collector naar de emitter.
Als er wel stroom door de basis loopt, loopt er *WEL* / *GEEN* stroom van de collector naar de emitter.

11 De stroom door de basis van een transistor is 0,5 mA.
Hoe groot is dan de stroomsterkte door de collector en de emitter?
○ A De stroomsterkte door collector en emitter is dan groter dan 0,5 mA.
○ B De stroomsterkte door collector en emitter is dan kleiner dan 0,5 mA.
○ C De stroomsterkte door collector en emitter is dan ook 0,5 mA.

12 Stan heeft een bakje met NTC's, LDR's, diodes, leds, weerstanden en transistors.
Hoe kan Stan de transistors herkennen?

....

....

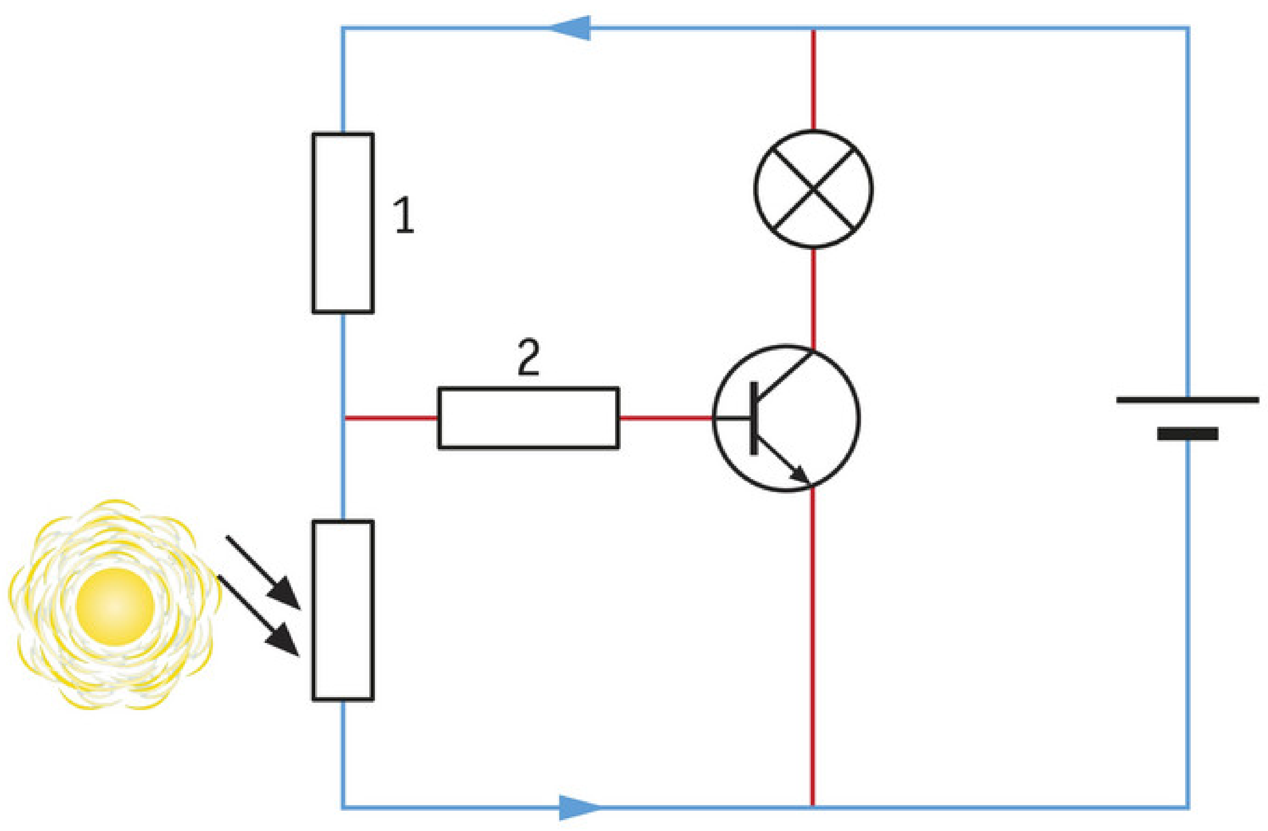
SCHAKELEN MET EEN TRANSISTOR

Een automatische straatlantaarn reageert op licht. Als het donker wordt, gaat hij aan, als het licht wordt, gaat hij uit. Met een transistor kun je een model van zo'n straatlantaarn bouwen. Dit zie je in afbeelding 17.

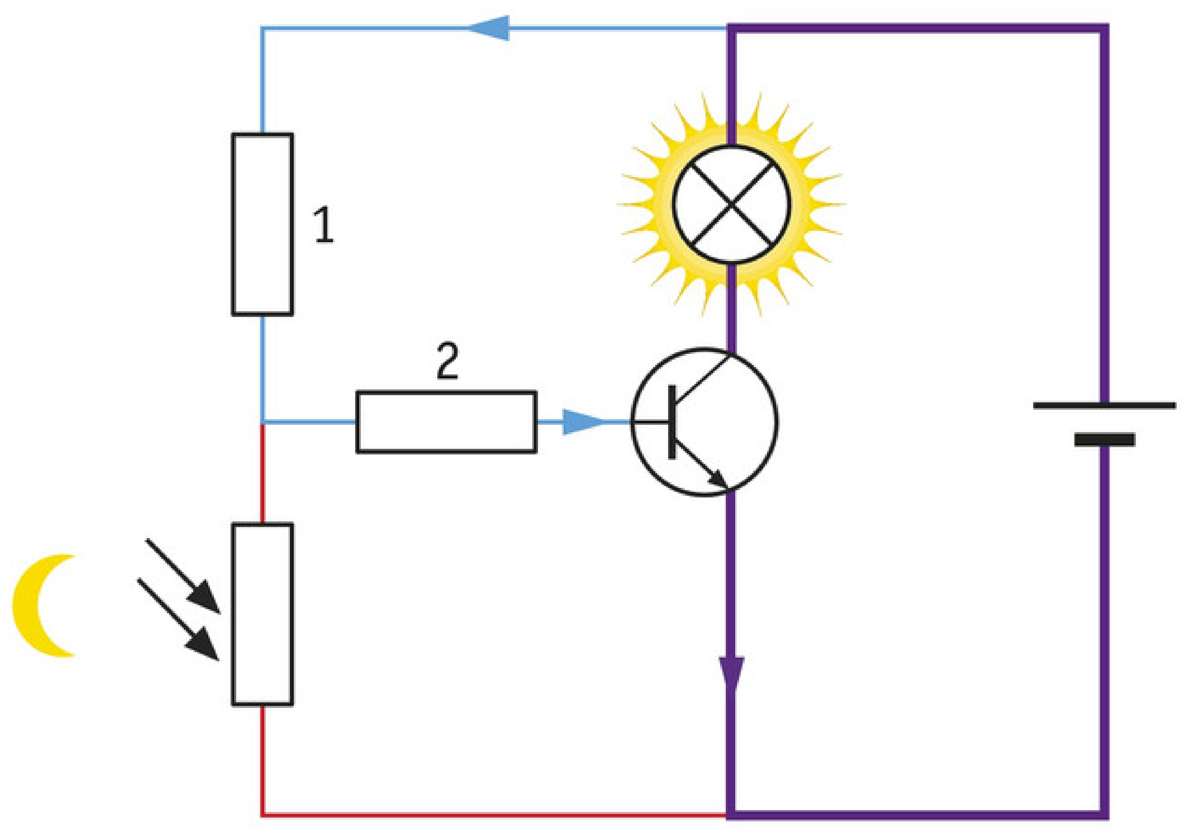
Als het licht is, is de weerstand van de LDR klein. Bijna alle stroom loopt dan via de LDR. Doordat er bijna geen stroom door de basis loopt, blijft de transistor in de UIT-stand staan. De lamp brandt niet.

Als het donker wordt, neemt de weerstand van de LDR toe. Daardoor zal meer stroom door de basis lopen. De transistor schakelt daardoor naar de AAN-stand. Dat betekent dat er stroom door de lamp loopt. De lamp brandt.

afbeelding 17 Een automatische straatlantaarn.

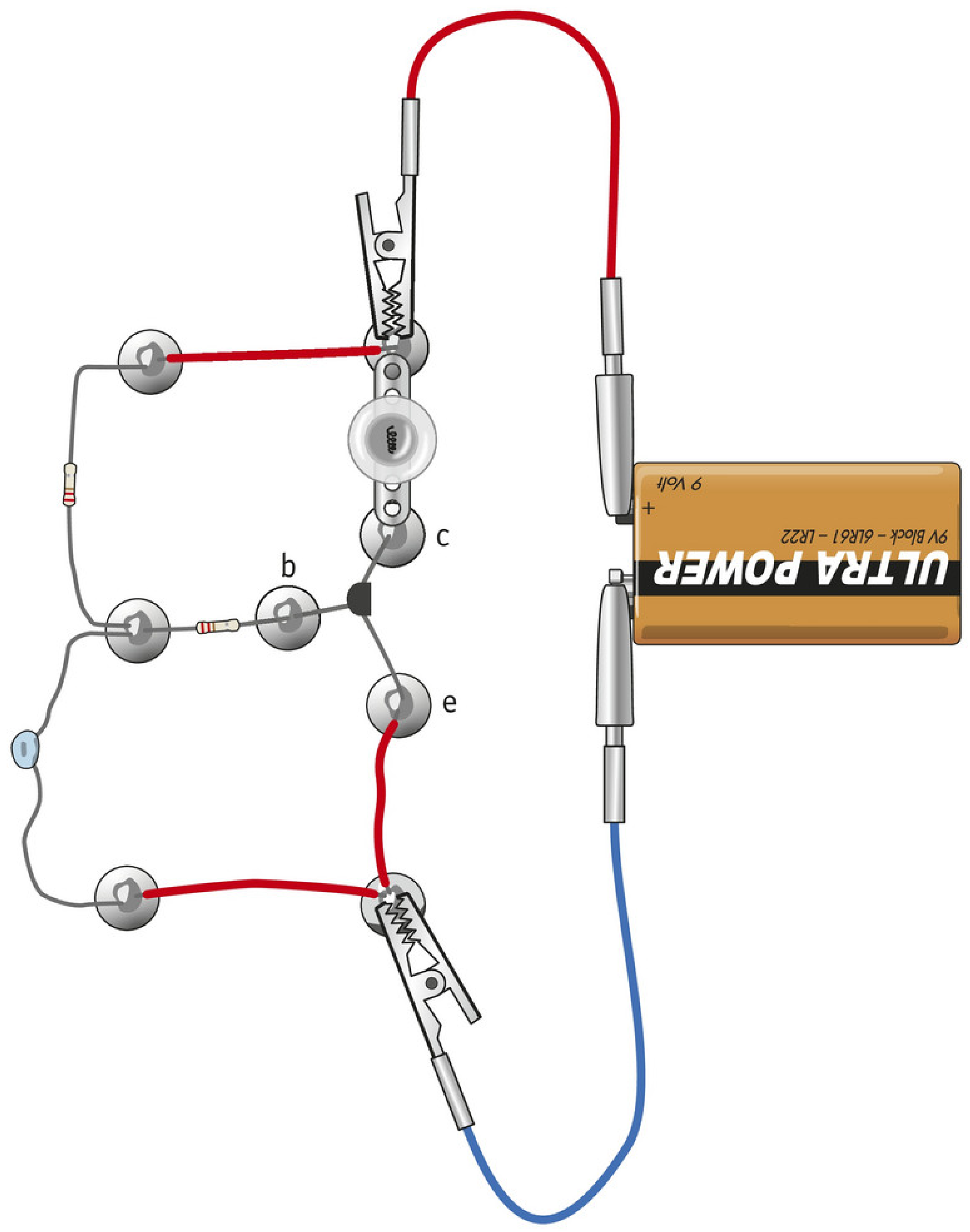


a Bijna alle stroom loopt via de LDR; de transistor staat in de UIT-stand.

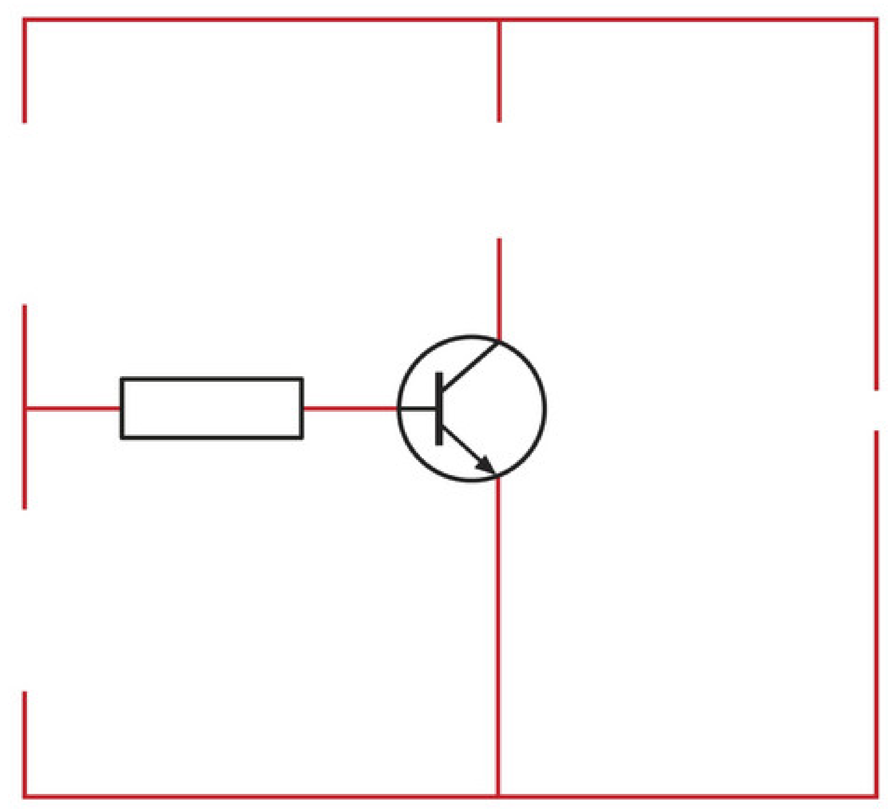


b Er loopt nu een klein stroompje via de basis; de transistor staat in de AAN-stand.

13 Gebruik *BINAS* tabel 12 *Elektrotechnische symbolen*.
Karim en Daran onderzoeken een schakeling met een lichtgevoelige weerstand (afbeelding 18).
Maak het schakelschema in afbeelding 19 compleet.



afbeelding 18 Onderzoek met een lichtgevoelige weerstand.

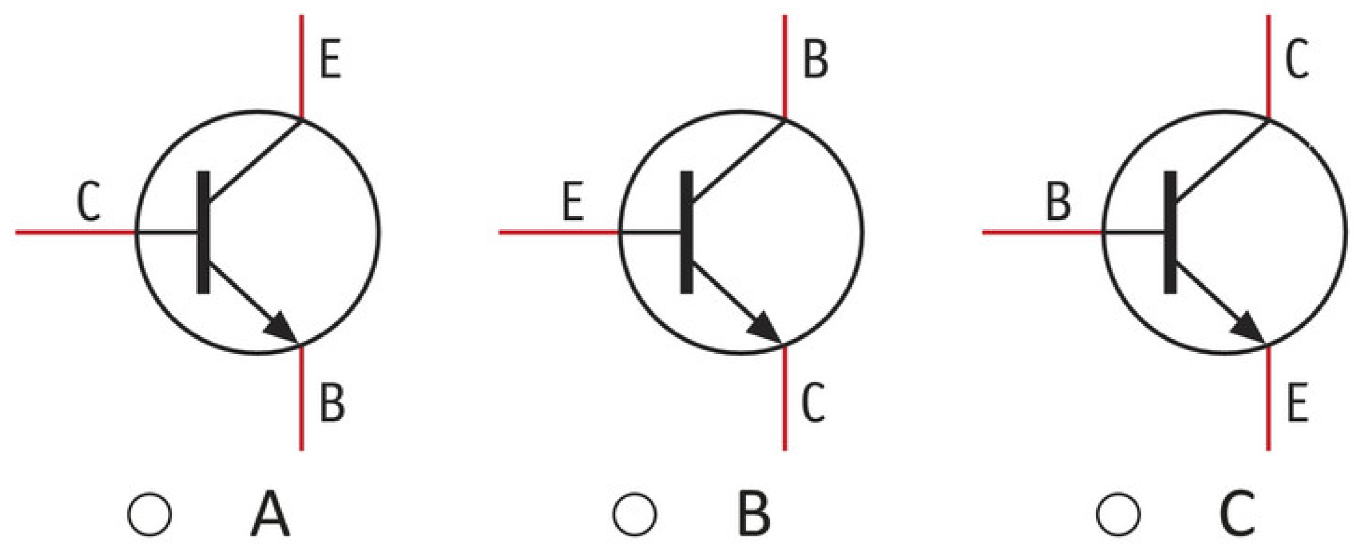


afbeelding 19 Schema van de schakeling.

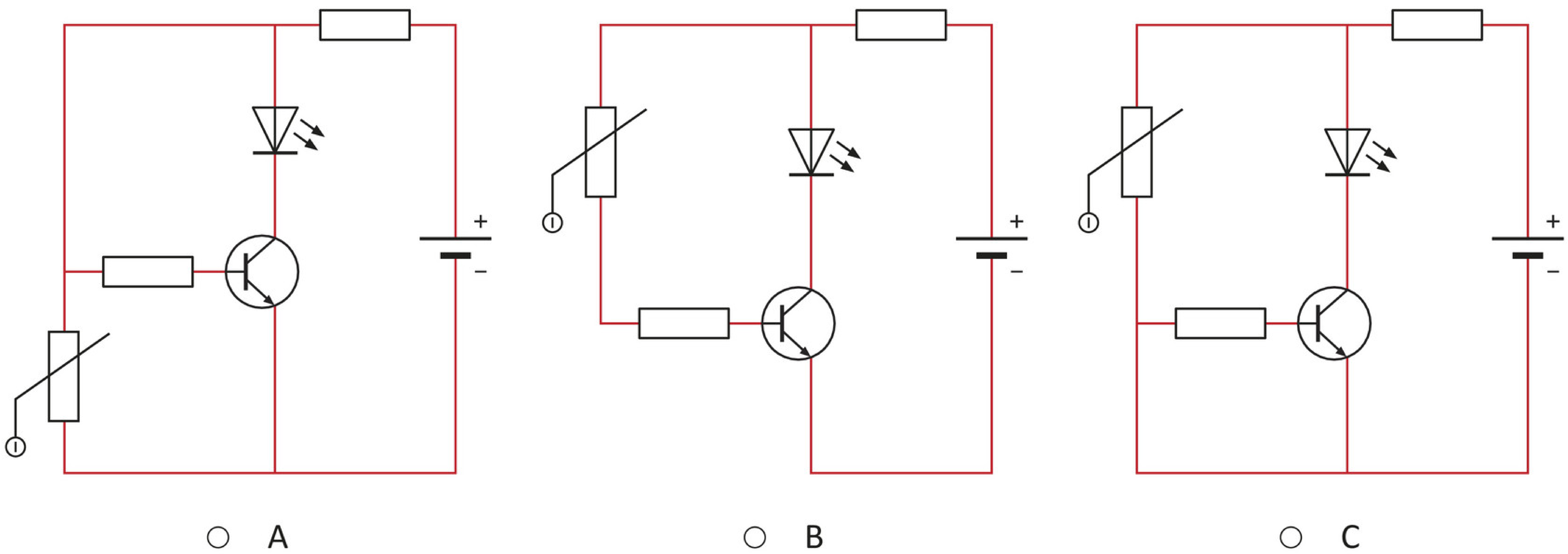
naar: examen 2019 variant 2

★ 14 Erica maakt een schakeling, waarbij een led gaat branden als de temperatuur van haar laptop te hoog wordt. In haar schakeling gebruikt Erica een transistor.
Je ziet drie afbeeldingen van de transistor met de letters van basis (B), emitter (E) en collector (C).

a In welke afbeelding staan de letters juist?



b Erica verbindt enkele elektronica-onderdelen op verschillende manieren met elkaar.
Welke schakeling is geschikt?



naar: examen 2018-1

15 Kinderen vinden het prettig als er ’s nachts wat verlichting is. Een nachtlampje dat in een wandcontactdoos past, biedt uitkomst. Het lampje heeft een sensor waardoor het lampje automatisch aangaat als het donker wordt.
In afbeelding 20 zie je de schakeling van de sensor van het lampje.

a Over weerstand R staat een spanning van 4,0 V. Door die weerstand loopt een stroom van 0,025 A.
Bereken de waarde van weerstand R.

....

....

....

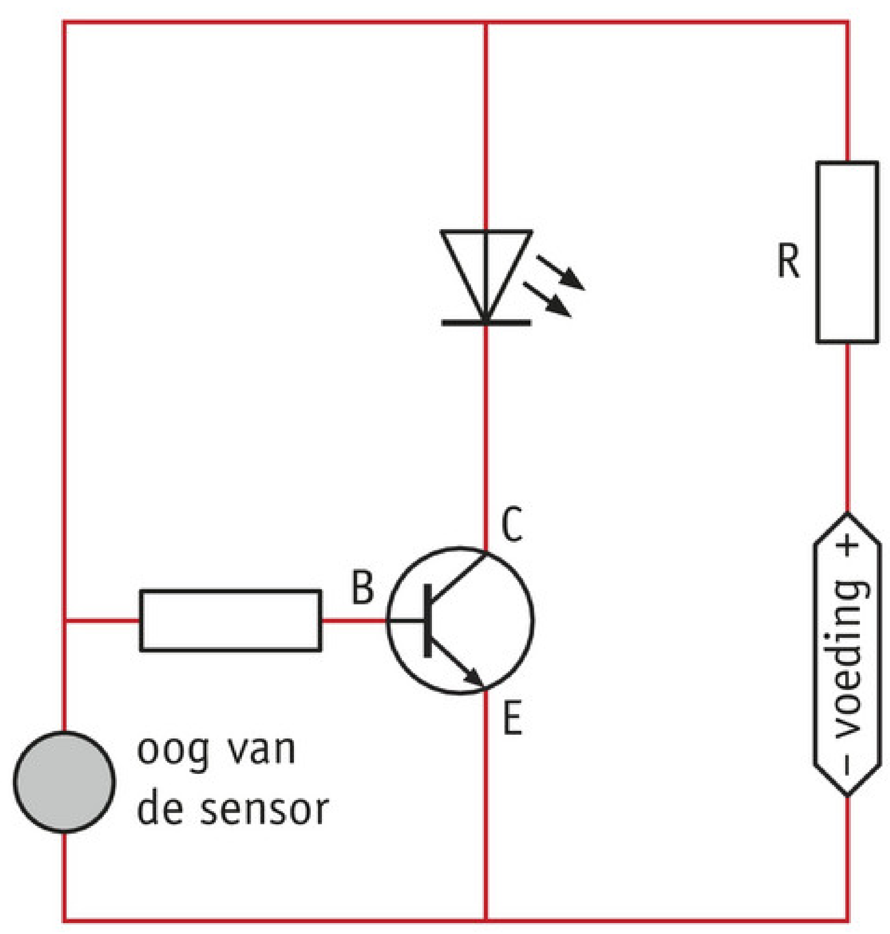
....

....

....

b Welk onderdeel van de sensor reageert op licht?
- ○ A led
- ○ B LDR
- ○ C NTC
- ○ D relais

c Valt er geen licht door het oog van de sensor, dan is de weerstand in dat deel van de schakeling groot.
Er loopt dan een stroom naar de *BASIS* / *EMITTER* van de transistor. En dan loopt er een stroom van *BASIS NAAR COLLECTOR* / *COLLECTOR NAAR BASIS* / *COLLECTOR NAAR EMITTER* / *EMITTER NAAR COLLECTOR*.



afbeelding 20 Een deel van het schakelschema van het nachtlampje.

naar: examen 2015-1

ONTHOUD

Een halfgeleider laat de stroom maar in één richting door.

Veelgebruikte halfgeleiders zijn:

- diode
- led
- transistor

Een diode laat maar in één richting de stroom door.
Een led is een diode die licht geeft als er stroom doorheen loopt.

Een transistor wordt gebruikt als elektronische schakelaar.
Een transistor is een halfgeleider met drie aansluitpunten:

- basis B
- collector C
- emitter E

Een transistor laat alleen stroom door als er een stroom door de basis loopt.
Als er stroom van de basis naar de emitter gaat, kan ook stroom lopen van de collector naar de emitter.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

Leerstofoverzicht

11.1 WEERSTAND

ONTHOUD

- Weerstand geeft aan hoe water of elektrische stroom wordt tegengewerkt.
- Elektrische stroom gaat gemakkelijk door een dikke koperdraad.
- Elektrische stroom heeft in een dikke draad bijna geen weerstand.
- De weerstand van een dikke draad is dus klein.
- Als de weerstand kleiner wordt, wordt de stroomsterkte groter.
- Elektrische stroom gaat moeilijker door een dunne draad.
- Elektrische stroom heeft in een dunne draad veel weerstand.
- De weerstand van een dunne draad is groot.
- Als de weerstand groter wordt, wordt de stroomsterkte kleiner.
- Een weerstand is een elektronica-onderdeel dat de stroom tegenwerkt.
- Lampen en apparaten hebben ook een weerstand.
- De eenheid van weerstand is ohm (Ω).
- Je rekent ohm (Ω) om naar kilo-ohm (kΩ) door de waarde te delen door 1000.
- De waarde van een weerstand kun je meten met een multimeter.

BEGRIPPEN

multimeter
Apparaat waarmee je weerstand, stroomsterkte en spanning meet.

weerstand (eigenschap)
Eigenschap van voorwerpen die aangeeft of de stroom er gemakkelijk of moeilijk doorheen loopt.

weerstand (onderdeel)
Elektronisch onderdeel met een bepaalde weerstandswaarde.

11.2 WEERSTAND, SPANNING EN STROOMSTERKTE

ONTHOUD

- Weerstand kun je berekenen met de formule:
  weerstand = spanning : stroomsterkte
- Een grafiek van de stroomsterkte en de spanning is een stroom-spanningdiagram.
- Bij constantaandraad en weerstanden blijft de weerstand gelijk als je de spanning verandert.
- De grafiek in het stroom-spanningdiagram is dan een rechte lijn.
- Als je bij lampen en apparaten de spanning verhoogt, neemt de weerstand toe.
- De grafiek in het stroom-spanningdiagram is dan een kromme lijn.

BEGRIP

stroom-spanningdiagram
Grafiek waarin de stroomsterkte is uitgezet tegen de spanning.

11.3 VARIABELE WEERSTANDEN

ONTHOUD

- Een NTC kun je gebruiken als temperatuursensor.
- Wordt de temperatuur van een NTC hoger, dan wordt de weerstand kleiner.
- Wordt de temperatuur van een NTC lager, dan wordt de weerstand groter.
- Een LDR kun je gebruiken als lichtsensor.
- Valt er licht op de LDR, dan is de weerstand klein.
- Is het donker bij de LDR, dan is de weerstand groot.
- Een schuifweerstand is een regelbare weerstand (variabele weerstand).
- Met een schuifweerstand regel je de stroomsterkte.

BEGRIPPEN

LDR
Lichtgevoelige weerstand die veel wordt gebruikt als lichtsensor.

lichtsensor
Apparaat dat de sterkte van het licht omzet in een elektrisch signaal.

NTC
Temperatuurgevoelige weerstand die veel wordt gebruikt als temperatuursensor.

schuifweerstand
Variabele weerstand waarvan je de weerstandswaarde instelt met een schuifcontact.

temperatuursensor
Apparaat dat de waarde van de temperatuur omzet in een elektrisch signaal.

variabele weerstand
Weerstand waarvan je de waarde kunt veranderen.

11.4 SCHAKELEN MET MAGNETEN

ONTHOUD

- Een relais is een automatische schakelaar.
- Een relais is aangesloten op twee stroomkringen.
- Een relais heeft een maakcontact en een breekcontact.
- Het anker wordt wel of niet aangetrokken door de elektromagneet.
- Is de elektromagneet aan, dan maakt het anker contact met het maakcontact.
- Is de elektromagneet uit, dan maakt het anker contact met het breekcontact.
- Voorbeeld van schakelen met het maakcontact: de startmotor van een auto.
- Voorbeeld van schakelen met het breekcontact: een inbraakbeveiliging.
- Een reedcontact is een schakelaar die reageert op een magneet.
- In het reedcontact klikken twee strips tegen elkaar aan als de magneet bij het contact wordt gehouden.
- Als de strips tegen elkaar aan klikken, laat het reedcontact stroom door.

BEGRIPPEN

actuator
Elektronisch onderdeel dat iets nuttigs doet voor de gebruiker van de schakeling, zoals de lamp van een straatlantaarn laten branden of de motor van een ventilator starten.

anker
Beweegbaar onderdeel van een relais. Als de elektromagneet het ijzeren anker aantrekt, schakelt het relais.

automatische schakeling
Schakeling die zelfstandig een bepaalde taak uitvoert, zoals het openen en sluiten van de deuren in een supermarkt.

breekcontact
Contactpunt in een relais; als de elektromagneet is uitgeschakeld, kan er stroom via het breekcontact lopen.

elektromagneet
Lange, geïsoleerde koperdraad die rond een ijzeren kern is gewikkeld. Als je de stroom door de draad inschakelt, wordt de kern magnetisch.

maakcontact
Contactpunt in een relais; als de elektromagneet wordt ingeschakeld, kan er stroom via het maakcontact lopen.

reedcontact
Schakelaar die de stroom inschakelt als je er een magneet bij houdt, en de stroom uitschakelt als je de magneet weghaalt.

relais
Automatische schakelaar die de stroom met behulp van een elektromagneet in- en uitschakelt.

sensor
Elektrisch onderdeel van een schakeling dat informatie over zijn omgeving doorgeeft.

spoel
Geïsoleerde koperdraad die als een spiraal is gewikkeld.

11.5 SCHAKELEN MET HALFGELEIDERS

ONTHOUD

- Een halfgeleider laat de stroom maar in één richting door.
- Veelgebruikte halfgeleiders zijn:
  - diode
  - led
  - transistor
- Een diode laat maar in één richting de stroom door.
- Een led is een diode die licht geeft als er stroom doorheen loopt.
- Een transistor wordt gebruikt als elektronische schakelaar.
- Een transistor is een halfgeleider met drie aansluitpunten:
  - basis B
  - collector C
  - emitter E
- Een transistor laat alleen stroom door als er een stroom door de basis loopt.
- Als er stroom van de basis naar de emitter gaat, kan ook stroom lopen van de collector naar de emitter.

BEGRIPPEN

basis
Aansluitpunt van een transistor. Door dit aansluitpunt loopt de stroom die de transistor in de AAN-stand zet.

collector
Aansluitpunt van een transistor. Via dit aansluitpunt loopt de stroom van het apparaat dat door de transistor wordt aan- en uitgezet.

diode
Elektronisch onderdeel dat de stroom in één richting doorlaat (en in de andere richting tegenhoudt).

emitter
Aansluitpunt van een transistor. De stroom loopt via de emitter terug naar de batterij.

halfgeleider
Klein elektronisch onderdeel dat stroom doorlaat in één richting.

led
Diode die licht uitzendt en vaak als controlelampje wordt gebruikt.

sperren
Tegenhouden.

transistor
Automatische schakelaar die de stroom elektronisch in- en uitschakelt.

Ga naar de *Flitskaarten*.

12 Kracht en beweging

VEILIG VERKEER

Elke dag moet je op tijd op school zijn. Je weet precies hoe laat je thuis moet vertrekken. Bij stevige tegenwind verandert alles. Je moet dan eerder op weg of je moet harder trappen. Blijf wel goed opletten in het verkeer!





Wat weet je al over kracht en beweging?

LEERDOELEN

1 Je kunt berekeningen maken met massa en zwaartekracht.
2 Je kunt verschillende soorten krachten herkennen.
3 Je kunt de grootte van een kracht berekenen met een formule.
4 Je kunt een kracht tekenen door gebruik te maken van een formule.
5 Je kunt een afstand-tijddiagram maken van een beweging.

In deel 3a van Nova nask1 en in hoofdstuk 10 heb je al een aantal dingen over krachten en bewegingen geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig voor dit hoofdstuk. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Een fietser en zijn fiets hebben samen een massa van 95 kg.
Bereken de zwaartekracht die op de fietser en zijn fiets werkt.

gegevens massa = ... kg

gevraagd zwaartekracht = ?

uitwerking zwaartekracht = ... × ....

zwaartekracht = ... × .... = ...

2 In maart 2021 liep een 400 m lang containerschip vast in het Suezkanaal (afbeelding 1). Het schip kon niet met eigen motorkracht loskomen van de oever. Daarvoor waren enkele grote sleepboten nodig.
Welke kracht zorgde ervoor dat het schip niet los kon komen met zijn eigen motorkracht?

○ A de spankracht
○ B de wrijvingskracht
○ C de zwaartekracht



afbeelding 1 Een 400 m lang schip blokkeert het Suezkanaal.

3 In afbeelding 2 is een kracht getekend. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 25 N.

a Wat betekent 1 cm ≙ 25 N?

....

....

b Hoe groot is de kracht in afbeelding 2?

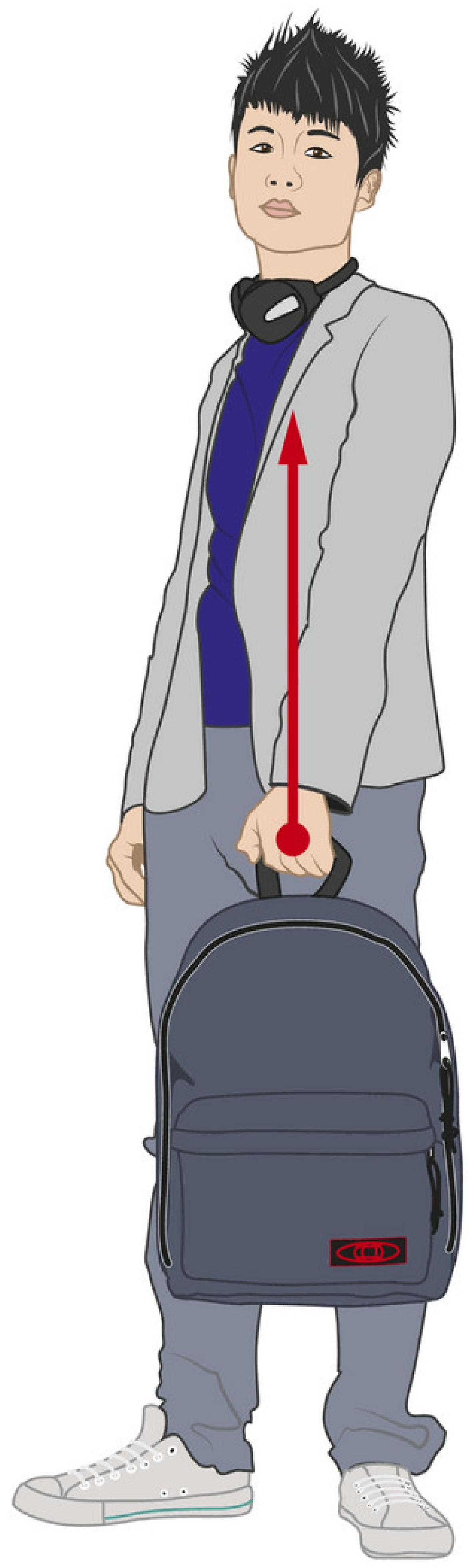
gegevens lengte van de pijl = ... cm

krachtenschaal = ...

gevraagd kracht = ? N

uitwerking kracht = lengte × krachtenschaal

kracht = ... × .... = ... N



afbeelding 2 Een kracht werkt op een hand.

4 Je moet een kracht tekenen van 130 N. De krachtenschaal is 1 ≙ 50 N. Hoe lang moet je de pijl tekenen?

gegevens kracht = ... N

krachtenschaal = ...

gevraagd lengte = ? cm

uitwerking lengte = kracht : krachtenschaal

lengte = ... : .... = ... cm

5 Van een beweging kun je een afstand-tijddiagram tekenen. Welke grootheid staat op de *x*-as (de as die ligt)?

○ A de afstand
○ B de tijd

Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Krachten op voertuigen

LEERDOELEN

12.1.1 Je kunt de aandrijfkrachten en tegenwerkende krachten op een bewegend voorwerp benoemen.
12.1.2 Je kunt de nettokracht berekenen die op een voorwerp werkt.
12.1.3 Je kunt de nettokracht samenstellen van krachten die langs een lijn werken.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	12.1.1	12.1.2	12.1.3	10.1.4*	10.1.5*	10.1.6*
Onthouden	1, 2, 4, 6, 7, 13cde	10, 11c				
Begrijpen	3, 5, 8, 9, 13b			11a	12a	
Toepassen		11d, 12bcde, 13a, 15e	12f, 15g		11b	15abcdf
Analyseren		14				

* Dit leerdoel vind je in een eerder hoofdstuk.

Zonder krachten zou een auto niet van zijn plaats komen. Ook je fiets beweegt alleen als je kracht uitoefent op de trappers. In het verkeer spelen krachten een grote rol.

AANDRIJFKRACHT

In het verkeer zie je auto's, vrachtwagens, motoren, scooters, fietsen en tractoren. Dit zijn allemaal voertuigen. Soms zie je nog een paardenkar. In grote steden rijden trams. Ook een paardenkar en een tram zijn voertuigen.

Alle voertuigen bewegen door een kracht. Dit noem je **aandrijfkracht** of **stuwkracht**. Een auto en een tram rijden door de kracht van de motor. Een fiets gaat vooruit door spierkracht op de trappers (afbeelding 1). Een paardenkar beweegt door de spierkracht van het paard.



afbeelding 1 De fiets beweegt door spierkracht, de tram door de kracht van een motor.

TEGENWERKENDE KRACHTEN

Op een voertuig werken ook tegenwerkende krachten. Een **tegenwerkende kracht** werkt tegen de rijrichting in. Een tegenwerkende kracht zorgt ervoor dat de beweging langzamer wordt of stopt. Een tegenwerkende kracht kan er ook voor zorgen dat een beweging niet sneller wordt.

Er kunnen verschillende tegenwerkende krachten werken op een voertuig:

- remkracht
- luchtwrijving
- rolwrijving

De remmen van een voertuig leveren **remkracht**. Remkracht gebruik je meestal om de snelheid van een voertuig snel te verkleinen.

De **luchtwrijving** of **luchtweerstand** is de wrijvingskracht tussen een voertuig en de lucht. Als een voertuig sneller gaat rijden, wordt de luchtwrijving groter.

Rolwrijving is de wrijvingskracht tussen de banden en de weg. Hoe meer rolwrijving, hoe meer kracht het kost om vooruit te komen. Rolwrijving ontstaat doordat de banden of de ondergrond vervormen. Bij banden die niet goed zijn opgepompt, vervormt de band. Als je over een zandpad rijdt, zak je weg in het zand. Dan vervormt het zandpad.

Om snel te bewegen moeten de tegenwerkende krachten zo klein mogelijk zijn. Zachte, brede banden geven op een gladde asfaltweg meer rolwrijving dan harde, smalle banden. Wielrenners rijden daarom op harde, smalle banden. De rolwrijving is dan zo klein mogelijk. Een wielrenner maakt ook de luchtwrijving zo klein mogelijk. Dat doet hij door diep voorovergebogen op zijn fiets te zitten (afbeelding 2).



afbeelding 2 Weinig luchtwrijving en weinig rolwrijving.

PROEF 1 LUCHTWRIJVING WAARNEMEN

15 minuten

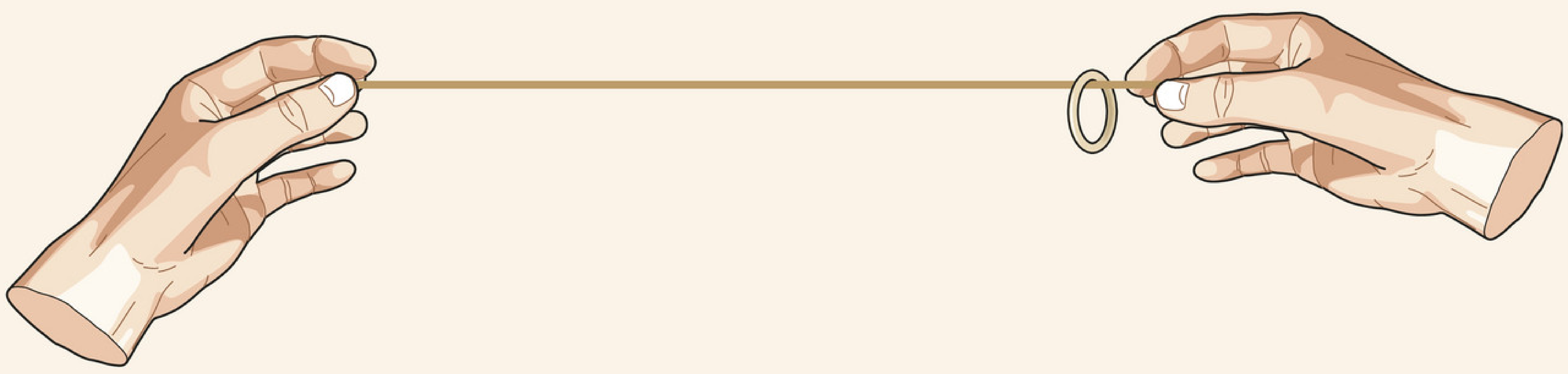
Wat je nodig hebt

- ☐ (vlieger)touw van 1 m
- ☐ (gordijn)ring
- ☐ stopwatch
- ☐ paperclip
- ☐ vel A4-papier

Uitvoering

Deze proef doe je met zijn tweeën.

- Doe het touw door de ring.
- Houd het touw aan beide einden vast (afbeelding 3).
- Houd het touw tijdens de proef strak.



afbeelding 3 Houd het touw strak.

- Ga met je rechterhand omhoog tot de ring gaat schuiven.

1 De ring beweegt *OMHOOG / OMLAAG*.

- Beweeg je rechterhand omlaag zodat de ring weer terug beweegt.
- Laat de ring zo een paar keer heen en weer gaan, zodat hij soepel beweegt (niet te langzaam en niet te snel).
- Onthoud hoe schuin je het touw houdt bij deze beweging.

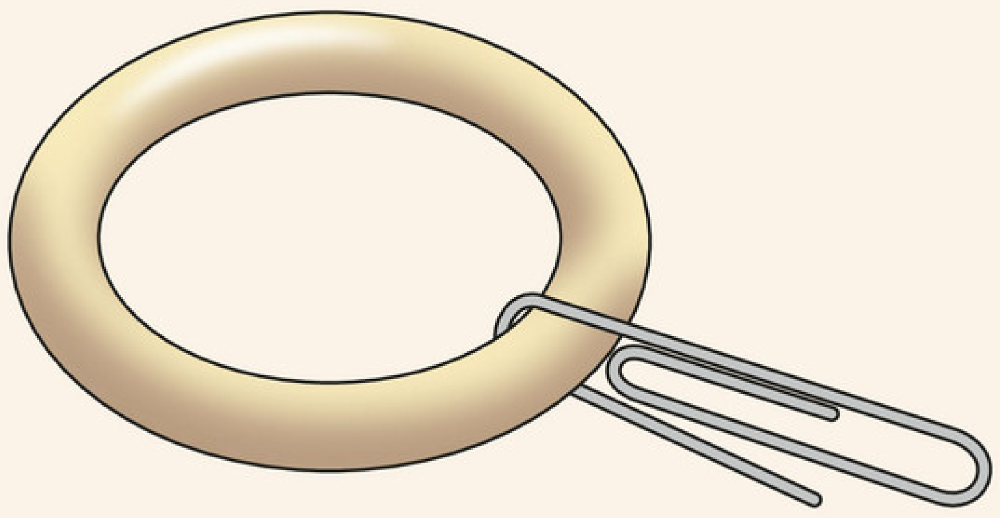
- Laat de ring weer bewegen op de manier zoals je geoefend hebt.
- Je medeleerling zet de stopwatch aan op het moment dat de ring gaat bewegen.
- Laat de ring tien keer naar links en tien keer naar rechts bewegen.
- Je medeleerling zet daarna meteen de stopwatch uit.

Draai de rollen om en doe de proef nog een keer.

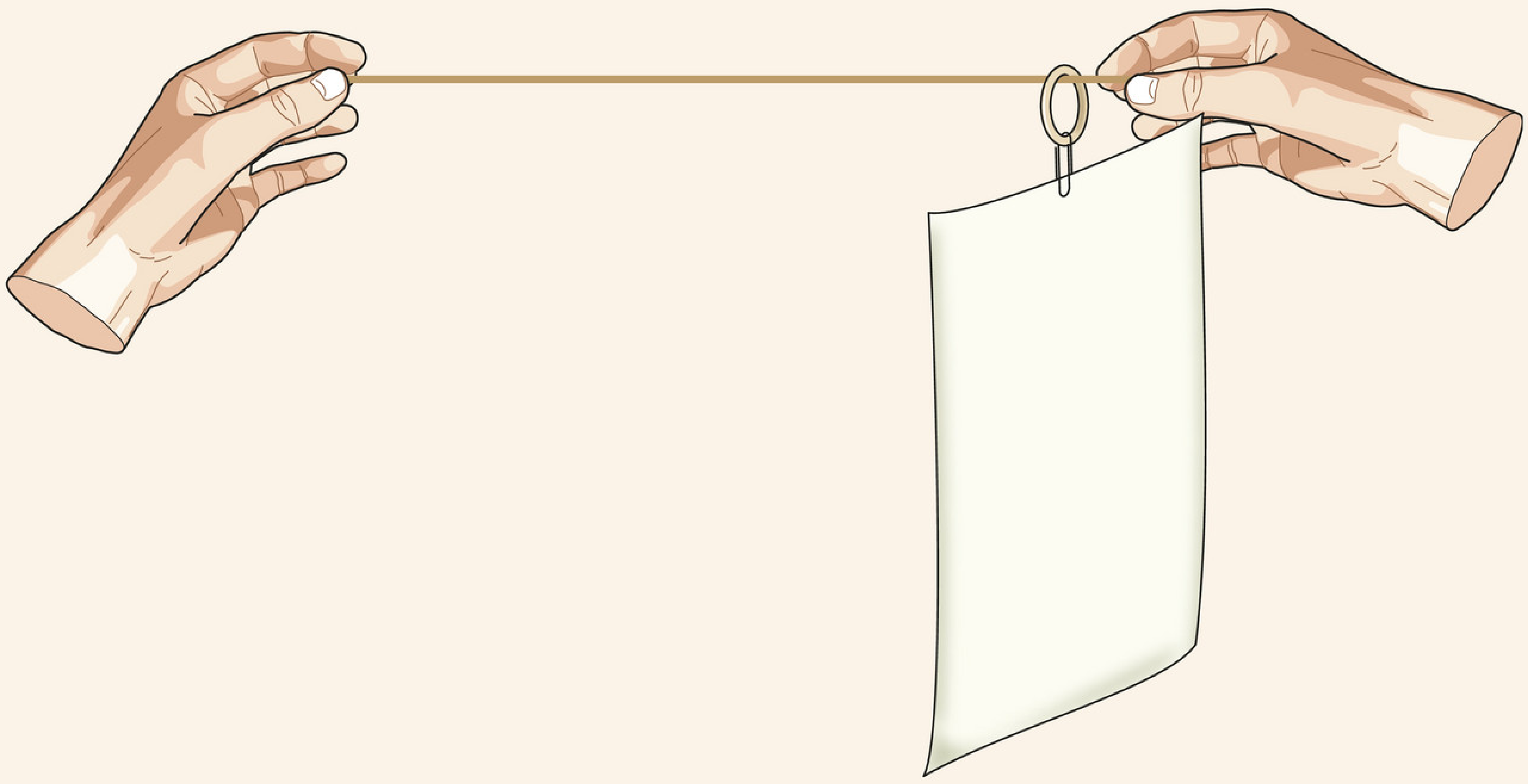
2 Wat is de tijd waarin de ring tien keer op en neer is gegaan?

.... s

- Doe de paperclip door de ring (afbeelding 4).
- Klem het papier aan de paperclip.
- Houd het touw nu weer aan beide einden vast (afbeelding 5).



afbeelding 4 Ring met paperclip.



afbeelding 5 Ring met paperclip en papier.

- Laat de ring weer bewegen op de manier zoals je geoefend hebt, maar nu met het papier aan de ring.
- Houd je handen net zo schuin als bij de proef met de ring zonder papier.
- Je medeleerling zet de stopwatch aan op het moment dat de ring gaat bewegen.
- Laat de ring tien keer naar links en tien keer naar rechts bewegen.
- Je medeleerling zet daarna meteen de stopwatch uit.

Draai de rollen om en doe de proef nog een keer.

3 Wat is de tijd waarin de ring tien keer op en neer is gegaan?

.... s

4 Met het papier aan de ring beweegt de ring *LANGZAMER* / *SNELLER*.

5 De luchtwrijving op de ring met papier is *GROTER* / *KLEINER* dan de luchtwrijving op de ring zonder papier.

- Ruim alles netjes op.

1 Hoe noem je auto's, vrachtwagens, motoren, scooters en fietsen in het verkeer?

....

2 Hoe noem je de kracht waardoor een voertuig vooruit beweegt?

Deze kracht noem je de .... of de ....

3 Noteer vier voertuigen die voortbewegen door spierkracht.

- ....
- ....
- ....
- ....

4 Noteer drie tegenwerkende krachten die kunnen werken op een rijdend voertuig.

- ....
- ....
- ....

5 In welke situatie is de luchtwrijving op een voertuig het grootst?

○ A bij wind mee en kleine snelheid
○ B bij wind mee en grote snelheid
○ C bij wind tegen en kleine snelheid
○ D bij wind tegen en grote snelheid

6 Waar kan een tegenwerkende kracht voor zorgen?

Een tegenwerkende kracht zorgt ervoor dat een beweging ....

.... Een tegenwerkende kracht kan er ook voor

zorgen dat een beweging niet .... wordt.

7 Hoe noem je de tegenwerkende kracht tussen de banden van een voertuig en de weg?

....

8 Welke tegenwerkende kracht gebruik je als je plotseling moet stoppen?

....

9

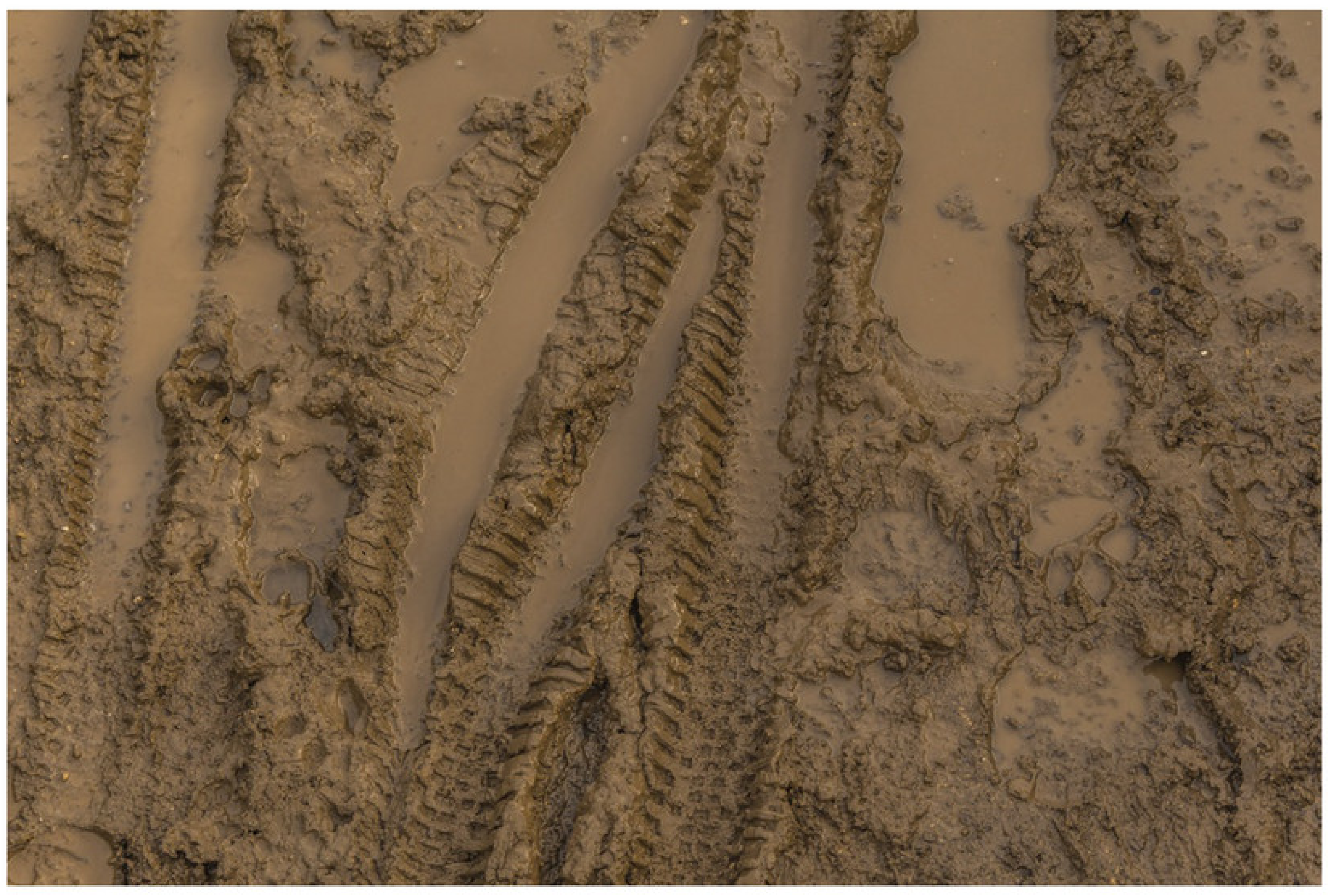
In afbeelding 6 zie je in de modder enkele sporen van mountainbikes.
Leg uit of de rolwrijving van de mountainbikes hier groter of kleiner is dan op een asfaltweg.

....

....

....

....



afbeelding 6 Sporen van mountainbikes in de modder.

NETTOKRACHT

Op één voorwerp kunnen meerdere krachten werken. De **nettokracht** is het totaal van alle krachten. De nettokracht kun je berekenen.

- Krachten die in dezelfde richting werken, tel je bij elkaar op.
- Krachten die in tegengestelde richting werken, trek je van elkaar af.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Jelle doet aan rolstoelracen (afbeelding 7). Met zijn handen beweegt hij de rolstoel vooruit. Zijn spierkracht is dan 180 N. Omdat hij zo snel beweegt, is de luchtwrijving behoorlijk groot (150 N). De rolwrijving van zijn banden is 25 N.
Bereken de nettokracht op de rolstoel.



afbeelding 7 Jelle doet mee aan een rolstoelrace.

gegevens spierkracht = 180 N
luchtwrijving = 150 N
rolwrijving = 25 N

gevraagd nettokracht = ? N

uitwerking nettokracht = spierkracht − luchtwrijving − rolwrijving
nettokracht = 180 − 150 − 25 = 5 N

De nettokracht op de rolstoel is 5 N.

10 Op een trein werken drie krachten.
Hoe noem je de totale kracht die op de trein werkt?

....

11 In afbeelding 8 werken drie krachten op een blokje. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 40 N.

a Meet de lengte van de pijlen.

F_1 = ... cm

F_2 = ... cm

F_3 = ... cm

b Bereken hoe groot de krachten zijn.
Gebruik de formule: kracht = lengte × krachtenschaal.

F_1 = ... × .... = ... N

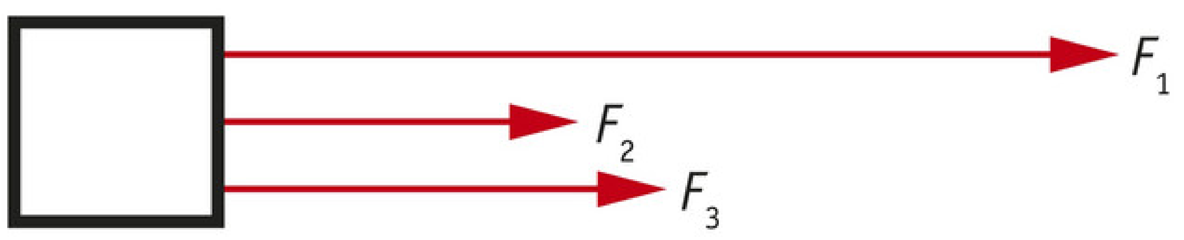
F_2 = ... × .... = ... N

F_3 = ... × .... = ... N

c De krachten werken allemaal dezelfde kant op.
De krachten moet je *BIJ ELKAAR OPTELLEN / VAN ELKAAR AFTREKKEN*.

d Bereken de nettokracht op het blokje.

nettokracht = ... + ... + ... = ... N



afbeelding 8 Drie krachten werken op een blokje.

★ 12 In afbeelding 9 werken drie krachten op een blokje. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 75 N.

a Meet de lengte van de pijlen.

F_1 = ...

F_2 = ...

F_3 = ...

b Bereken hoe groot de krachten zijn.
Gebruik de formule: lengte = kracht × krachtenschaal.

F_1 = ...

F_2 = ...

F_3 = ...

c Hoe groot is de totale kracht naar rechts?

kracht naar rechts = ...

d Bereken de nettokracht op het blokje.

nettokracht = totale kracht naar .... – kracht naar ....

nettokracht = ...

e Bereken de lengte van de pijl van de nettokracht.

gegevens kracht = ...

krachtenschaal = 1 cm ≙ .... N

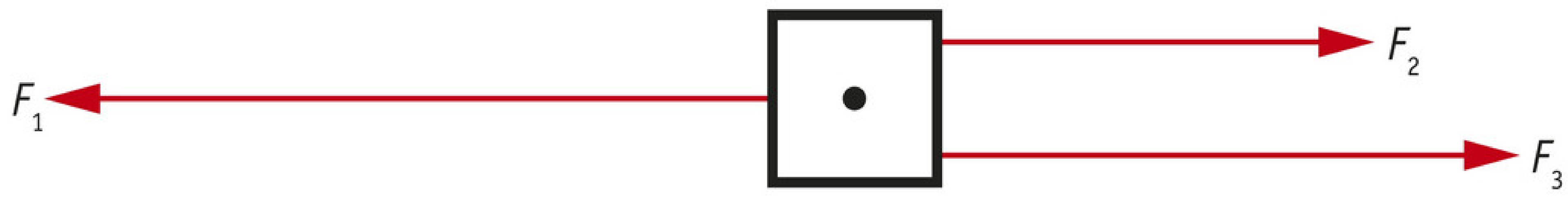
gevraagd lengte = ...

uitwerking lengte = kracht : krachtenschaal

lengte = ... : .... = ...

Je moet de pijl dus .... cm lang tekenen.

f Teken de nettokracht in afbeelding 9. Het aangrijpingspunt is de stip in het midden van het blokje.



afbeelding 9 Drie krachten werken op een blokje.

13 De motorkracht die op een scooter werkt, is 695 N. De luchtwrijving is 556 N. De rolwrijving is 37 N.

a Bereken de nettokracht die op de scooter werkt.

gegevens motorkracht = ...

luchtwrijving = ...

rolwrijving = ...

gevraagd nettokracht = ...

uitwerking nettokracht = motorkracht − luchtwrijving − rolwrijving

nettokracht = ... = ...

De nettokracht is ....

b In welke richting werkt de motorkracht?

- ○ A met de rijrichting mee
- ○ B tegen de rijrichting in

c De motorkracht is een *AANDRIJFKRACHT / TEGENWERKENDE KRACHT.*

d In welke richting werkt de luchtwrijving?

- ○ A met de rijrichting mee
- ○ B tegen de rijrichting in

e In welke richting werkt de rolwrijving?

- ○ A met de rijrichting mee
- ○ B tegen de rijrichting in

★ 14 De motorkracht die op een vrachtauto werkt is 2,5 kN. De luchtwrijving is 2,2 kN. De rolwrijving is 0,4 kN.
Bereken de nettokracht in N die op de vrachtauto werkt.

....

....

....

....

....

....

....

....

15 In afbeelding 10 zie je een fietser die tegen de wind in fietst. De spierkracht van de fietser is 250 N. De luchtwrijving is 150 N. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 50 N. De zwarte stip onder het stuur van de fiets is het aangrijpingspunt van de krachten.

a Bereken de lengte van de pijl van de spierkracht.

....

....

....

....

....

....

b Teken in afbeelding 10 de spierkracht zwart.

c Bereken de lengte van de pijl van de luchtwrijving.

....

....

....

....

....

....

d Teken in afbeelding 10 de luchtwrijving blauw.

e Bereken de nettokracht die op de fiets werkt.

gegevens spierkracht = ...

luchtwrijving = ...

gevraagd nettokracht = ...

uitwerking nettokracht = ...

nettokracht = ...

De nettokracht is ....

f Bereken de lengte van de pijl van de nettokracht.

....

....

....

....

....

....

g Teken in afbeelding 10 de nettokracht rood.



afbeelding 10 Bij tegenwind moet je extra inspanning leveren.

ONTHOUD

Voertuigen bewegen door een aandrijfkracht (of stuwkracht).

De beweging van een voertuig wordt langzamer door tegenwerkende krachten.
Tegenwerkende krachten op voertuigen zijn:

- remkracht
- luchtwrijving
- rolwrijving

De nettokracht is het totaal van alle krachten.

Krachten kun je berekenen.

- Krachten die in dezelfde richting werken, tel je bij elkaar op.
- Krachten die in tegengestelde richting werken, trek je van elkaar af.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Snelheid

LEERDOELEN

12.2.1 Je kunt de afstand berekenen die een bewegend voorwerp aflegt in een bepaalde tijd.
12.2.2 Je kunt de tijd berekenen die een bewegend voorwerp over een bepaalde afstand doet.
12.2.3 Je kunt de gemiddelde snelheid van een voorwerp berekenen.
12.2.4 Je kunt de snelheid in m/s en in km/h naar elkaar omrekenen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	12.2.1	12.2.2	12.2.3	12.2.4
Onthouden	1, 2		6b	
Begrijpen			6a, 13b	14, 15
Toepassen	3, 8a, 10a	5, 12	7, 8b, 9, 10b, 11, 16	
Analyseren	4		13a	

Voertuigen die bewegen, hebben een bepaalde snelheid. Die snelheid kan groter of kleiner worden. In het verkeer is een veilige snelheid belangrijk.

AFSTAND EN TIJD

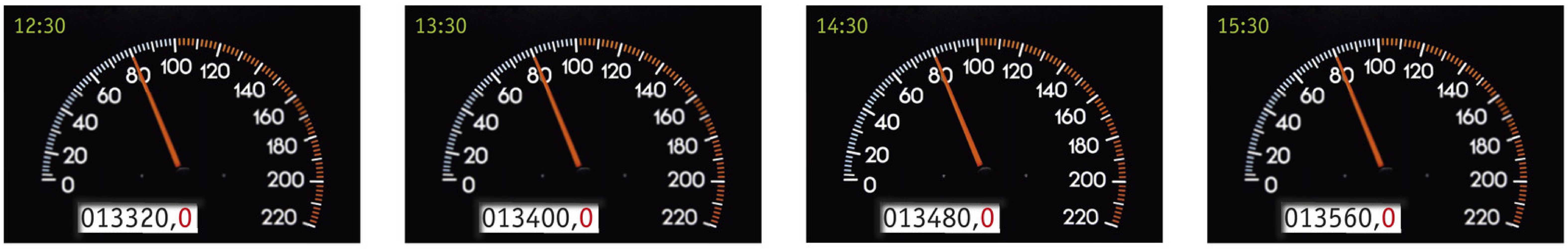
Een auto rijdt 3 uur lang op een weg. De auto rijdt met een **snelheid** van 80 kilometer per uur. Elk uur legt de auto 80 km af (afbeelding 1). Je kunt uitrekenen hoe ver de auto heeft gereden in die 3 uur.
In 1 uur rijdt de auto 80 × 1 = 80 km.
In 2 uur rijdt de auto 80 × 2 = 160 km.
In 3 uur rijdt de auto 80 × 3 = 240 km.

Je gebruikt de formule:

afstand = snelheid × tijd

Een ander woord voor afstand is **afgelegde weg**.

afbeelding 1 Elk uur legt de auto 80 km af.



VOORBEELDOPDRACHT 1

Een trein rijdt uren achter elkaar met dezelfde snelheid dwars door Rusland op de Transsiberische spoorlijn (afbeelding 2). Hij rijdt 8 uur achter elkaar met een snelheid van 73 km/h.

Bereken de afstand die de trein in 8 uur aflegt.

gegevens snelheid = 73 km/h
tijd = 8 h

gevraagd afstand = ? km

uitwerking afstand = snelheid × tijd
afstand = 73 × 8 = 584 km/h

De trein legt in 8 uur een afstand af van 584 km.



afbeelding 2 Een trein op de Transsiberische spoorlijn.

Als je de afstand en de snelheid weet, kun je de tijd uitrekenen die je onderweg bent. Daarvoor gebruik je de formule:

tijd = afstand : snelheid

Voor de snelheid in het verkeer gebruik je vaak de eenheid kilometer per uur. Kilometer per uur kort je af met km/h.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Een trein rijdt een afstand van 60 km. De snelheid van de trein is 120 km/h.
Hoelang doet de trein over deze afstand?

gegevens afstand = 60 km
snelheid = 120 km/h

gevraagd tijd = ? h

uitwerking tijd = afstand : snelheid
tijd = 60 km : 120 km/h = 0,5 h

De trein doet 0,5 h over deze afstand.

1 Welke twee dingen moet je weten om de afstand te kunnen berekenen?

- ....
- ....

2 Welke eenheid voor snelheid wordt vaak in het verkeer gebruikt?

De eenheid voor snelheid in het verkeer is ....

Dit wordt afgekort als ....

3 Een vliegtuig vliegt 2,5 uur met een snelheid van 1000 km/h.
Welke afstand heeft het vliegtuig afgelegd?

gegevens snelheid = ...

tijd = ...

gevraagd afstand = ?

uitwerking afstand = ... × ....

afstand = ... × .... = ...

★ 4 De oma van Jasper heeft een slingerklok (afbeelding 3). Zij trekt elke week de gewichten omhoog. De klok kan dan weer een week lopen.
De gewichten zakken met een snelheid van 4,1 cm per dag.
Bereken hoeveel centimeter de gewichten elke week zakken. Geef je antwoord met een geheel getal.

gegevens snelheid = ...

tijd = ...

gevraagd afstand = ? cm

uitwerking afstand = ... × ....

afstand = ... × .... = ... cm

De gewichten zakken elke week .... cm.



afbeelding 3 Een slingerklok met gewichten.

5 Een boot heeft 300 km gevaren met een snelheid van 25 km/h.
Hoelang heeft de boot hierover gedaan?

....

....

....

....

....

....

....

GEMIDDELDE SNELHEID

De auto van Pim rijdt niet steeds met dezelfde snelheid. Hij begint langzaam. Dan gaat hij sneller rijden. Bij een rood stoplicht gaat zijn snelheid omlaag tot nul. Daarom is het handig om bij verkeer met de gemiddelde snelheid te rekenen. De **gemiddelde snelheid** is de afstand gedeeld door de tijd die je nodig hebt om die afstand af te leggen. In een formule:

gemiddelde snelheid = afstand : tijd

VOORBEELDOPDRACHT 3

Loes gaat kijken naar een uitwedstrijd van haar voetbalclub. De afstand naar het stadion van de tegenpartij is 140 km. Loes is 1,8 uur onderweg.
Bereken de gemiddelde snelheid.

gegevens afstand = 140 km
tijd = 1,8 h

gevraagd gemiddelde snelheid = ?

uitwerking gemiddelde snelheid = afstand : tijd
gemiddelde snelheid = 140 km : 1,8 h = 78 km/h

De gemiddelde snelheid van Loes is 78 km/h.

Bij veel sporten zijn de afstand en de tijd niet zo groot, zoals bij het atletiekonderdeel 400 meter horden (afbeelding 4). Bij dit onderdeel wordt de tijd gemeten in seconden. En de afstand natuurlijk in meter. De snelheid bereken je dan in meter per seconde. Meter per seconde kort je af met m/s.



afbeelding 4 Bij de 400 m horden wordt de tijd gemeten in seconden.

PROEF 1 GEMIDDELDE SNELHEID BEPALEN

15 minuten

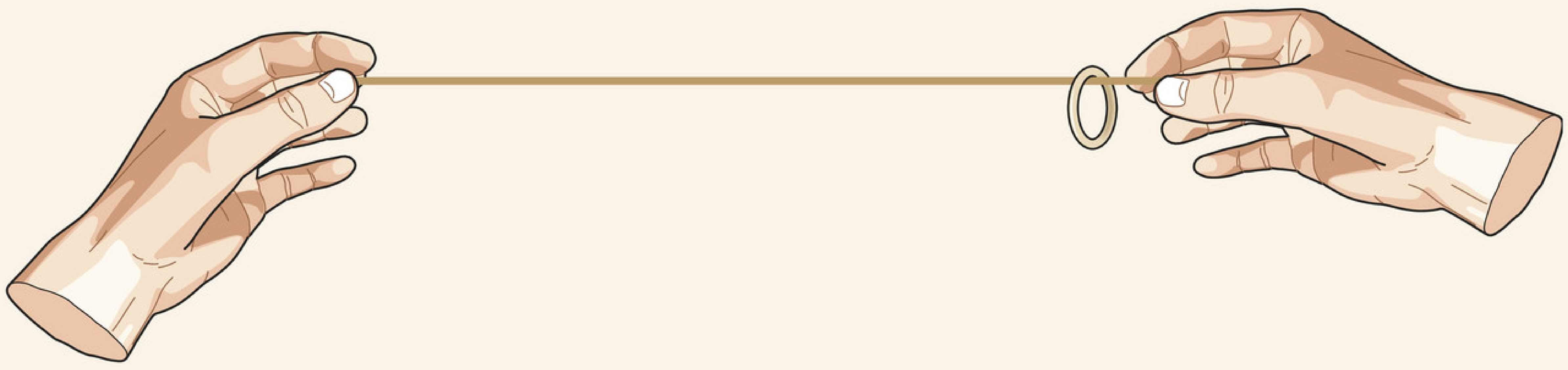
Wat je nodig hebt

- ☐ (vlieger)touw van 1 m
- ☐ (gordijn)ring
- ☐ stopwatch

Uitvoering

Je doet de proef met zijn tweeën.
Leerling A doet de proef.
Leerling B zet de stopwatch aan en uit als de ring beneden is.
Daarna doet leerling B de proef en bedient leerling A de stopwatch.

- Doe het touw door de ring.
- Houd het touw aan beide einden vast (afbeelding 5).
- Houd het touw tijdens de proef strak.



afbeelding 5 De ring aan het touw.

- Ga met je rechterhand omhoog tot de ring langzaam gaat schuiven.
- Stop als de ring beneden is.

1 Hoe groot is de afstand die de ring heeft afgelegd?

....

2 De snelheid van de ring was *WEL* / *NIET* steeds hetzelfde.

- Houd het touw weer vast zoals in afbeelding 5.
- Beweeg een hand omlaag en de andere omhoog zodat de ring gaat bewegen.
- Zet de stopwatch aan op het moment dat de ring gaat bewegen.
- Laat de ring één keer langzaam naar beneden gaan.
- Zet de stopwatch uit als de ring beneden is.

3 Wat is de tijd waarin de ring 1 m heeft afgelegd?

.... s

4 Hoe groot was de gemiddelde snelheid van de ring?

.... m/s

- Houd het touw weer vast zoals in afbeelding 5.
- Beweeg een hand omlaag en de andere omhoog zodat de ring weer gaat bewegen.
- Zet de stopwatch aan op het moment dat de ring gaat bewegen.
- Laat de ring tien keer naar links en tien keer naar rechts bewegen.
- Zet de stopwatch uit.

5 Hoeveel seconden duurde de beweging?

.... s

6 Hoeveel meter heeft de ring in die tijd afgelegd?

....

7 Bereken de gemiddelde snelheid van de ring.
Gebruik de formule: gemiddelde snelheid = afstand : tijd.

gemiddelde snelheid = ... : .... s

gemiddelde snelheid = ... m/s

- Ruim alles netjes op.

6

a Bij hardlopen wordt voor snelheid vaak de eenheid .... gebruikt.

b Dit kort je af met ....

7

Jim loopt de 200 m bij atletiek in 25 s.
Bereken zijn gemiddelde snelheid.

gegevens afstand = ...

tijd = ...

gevraagd gemiddelde snelheid = ? m/s

uitwerking gemiddelde snelheid = afstand : tijd

gemiddelde snelheid = ... : .... = ... m/s

De gemiddelde snelheid van Jim is .... m/s.

8

Meneer Stijnen rijdt met de auto naar school. Zijn gemiddelde snelheid is 60 km/h.
Hij is precies 0,5 uur onderweg.

a Bereken hoe ver meneer Stijnen van school vandaan woont.

gegevens gemiddelde snelheid = ... km/h

tijd = ... h

gevraagd afstand = ? km

uitwerking afstand = gemiddelde snelheid × tijd

afstand = ... × .... = ... km

Meneer Stijnen woont .... km van school vandaan.

b De dag erna rijdt meneer Stijnen 35 minuten als hij naar school gaat. Hij rijdt dezelfde weg.
Wat is zijn gemiddelde snelheid op die dag?

○ A Zijn gemiddelde snelheid is groter dan 60 km/h.
○ B Zijn gemiddelde snelheid is precies 60 km/h.
○ C Zijn gemiddelde snelheid is kleiner dan 60 km/h.

9 Hans rijdt op een heel drukke dag van Oosterbeek naar Breda. Hij heeft veel files onderweg. De afstand van Oosterbeek naar Breda is 108 km. Hans is 3 uur onderweg.
Bereken de gemiddelde snelheid van Hans.

....

....

....

....

....

....

....

10 Abdel gaat met zijn ouders op vakantie. Ze rijden over de snelweg. Op de eerste dag zijn ze 9 uur onderweg. De gemiddelde snelheid waarmee ze rijden, is 70 km/h.

a Bereken de afstand die Abdel en zijn ouders die dag afleggen.

....

....

....

....

....

....

....

b Abdel vindt het best vreemd dat de gemiddelde snelheid maar 70 km/h is. Hij heeft heel vaak op de snelheidsmeter van de auto gekeken. Hij zag steeds dat zijn moeder harder reed dan 100 km/h.
Noteer een reden hoe het komt dat de gemiddelde snelheid lager is dan 100 km/h.

....

....

....

11 Een sneltrein rijdt van Leeuwarden naar Den Bosch. De trein doet er 2,9 uur over. De afstand is 225 km.
Bereken de gemiddelde snelheid van de trein. Geef je antwoord met een geheel getal.

....

....

....

....

....

....

....

12 Sam doet mee aan de 100 m sprint op school (afbeelding 6). Hij loopt met een gemiddelde snelheid van 6,5 m/s.
Bereken hoelang Sam over de sprint heeft gedaan. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma.

....

....

....

....

....

....

....



afbeelding 6 Sam is klaar voor de start.

★ **13** Je vliegt met het vliegtuig rechtstreeks van Amsterdam naar Antalya in Turkije. De afstand is 2650 km. De vlucht duurt 3 uur en 36 minuten.

a Bereken de gemiddelde snelheid van het vliegtuig tijdens deze vlucht. Reken eerst de tijd om naar uren. Geef je antwoord met een heel getal.

....

....

....

....

....

....

....

b Op de terugweg maak je een tussenstop in Frankfurt.
Hierdoor is de gemiddelde de snelheid op de terugweg *GROTER* / *KLEINER* dan op de heenweg.

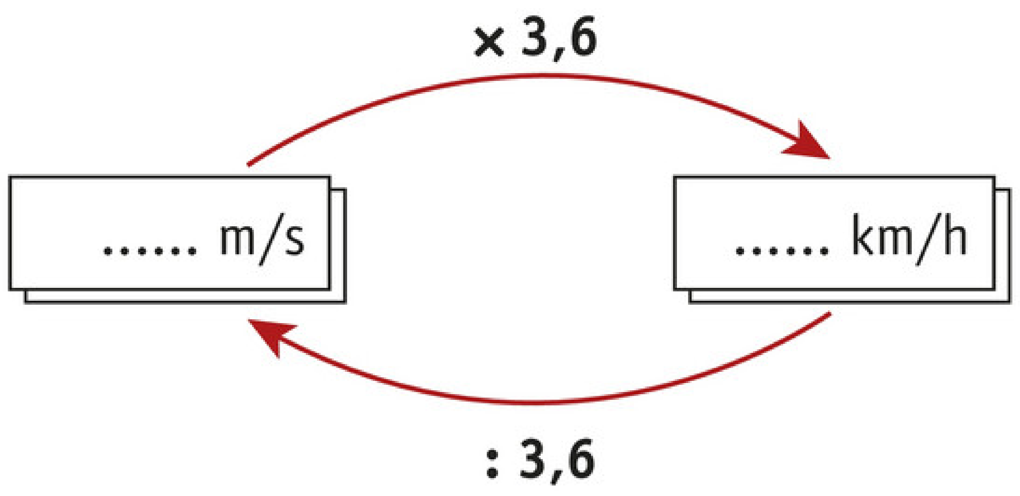
SNELHEID OMREKENEN

Als je langzaam en met grote stappen loopt, is je snelheid ongeveer 1 m/s.
Hoeveel is dat in km/h?

Stap 1 Reken eerst uit hoeveel meter je aflegt in 1 uur.
1 uur = 3600 seconden
Stap 2 In 1 seconde loop je 1 meter.
Stap 3 In 3600 s loop je 3600 × 1 = 3600 m.
Stap 4 3600 m in een uur = 3,6 km in een uur

Een snelheid van 1 m/s is dus hetzelfde als 3,6 km/h.

Bij omrekenen van m/s naar km/h vermenigvuldig je met 3,6 (afbeelding 7).
Bij omrekenen van km/h naar m/s deel je door 3,6.



afbeelding 7 Zo reken je eenheden van snelheid naar elkaar om.

VOORBEELDOPDRACHT 4

Een auto rijdt 90 km/h.
Hoe groot is de snelheid in m/s?

gegevens snelheid = 90 km/h

gevraagd snelheid = ? m/s

uitwerking Bij omrekenen van km/h naar m/s deel je door 3,6.
90 km/h = 90 : 3,6 = 25 m/s

De auto rijdt 25 m/s.

14 Reken de snelheden om van m/s naar km/h. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma als dat nodig is.

3 m/s = ... km/h

5 m/s = ... km/h

36 m/s = ... km/h

15 Reken de snelheden om van km/h naar m/s. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma als dat nodig is.

50 km/h = ... m/s

80 km/h = ... m/s

108 km/h = ... m/s

16 Een auto rijdt een afstand van 280 km en doet daar 3 uur over.
Bereken de gemiddelde snelheid in m/s. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma.

....

....

....

....

....

....

....

....

ONTHOUD

Als je de snelheid en de tijd weet, kun je de afstand uitrekenen:
afstand = snelheid × tijd

Als je de afstand en de snelheid weet, kun je de tijd uitrekenen:
tijd = afstand : snelheid

In het verkeer reken je met de gemiddelde snelheid:
gemiddelde snelheid = afstand : tijd

De eenheden van snelheid zijn:
- kilometer per uur (km/h)
- meter per seconde (m/s)

Snelheid kun je omrekenen.
- Van m/s naar km/h vermenigvuldigen met 3,6.
- Van km/h naar m/s delen door 3,6.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Soorten beweging

LEERDOELEN

12.3.1 Je kunt een afstand-tijddiagram aflezen.
12.3.2 Je kunt een afstand-tijddiagram tekenen.
12.3.3 Je kunt soorten beweging herkennen in een afstand-tijddiagram.
12.3.4 Je kunt een snelheid-tijddiagram aflezen.
12.3.5 Je kunt een snelheid-tijddiagram tekenen.
12.3.6 Je kunt soorten beweging herkennen in een snelheid-tijddiagram.
12.3.7 Je kunt de soort beweging van een voertuig herkennen als je de nettokracht weet.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	12.3.1	12.3.2	12.3.3	12.3.4	12.3.5	12.3.6	12.3.7
Onthouden			2		5	6	
Begrijpen	1bcde	1a	3ab	8def, 9abcd		7, 8abc	12, 13ab
Toepassen					11		13cd, 15, 16
Analyseren		4	3c			10	14ab

De snelheid van een scooter blijft tijdens een rit niet de hele tijd gelijk. Door te remmen of gas te geven, verandert de scooter van snelheid. De rit van de scooter kun je vastleggen in een diagram.

AFSTAND-TIJDDIAGRAM

In Australië rijden heel lange vrachtwagens dwars door het land. Deze roadtrains rijden honderden kilometers met dezelfde snelheid (afbeelding 1). Ze remmen niet, want afremmen en optrekken duurt veel te lang.



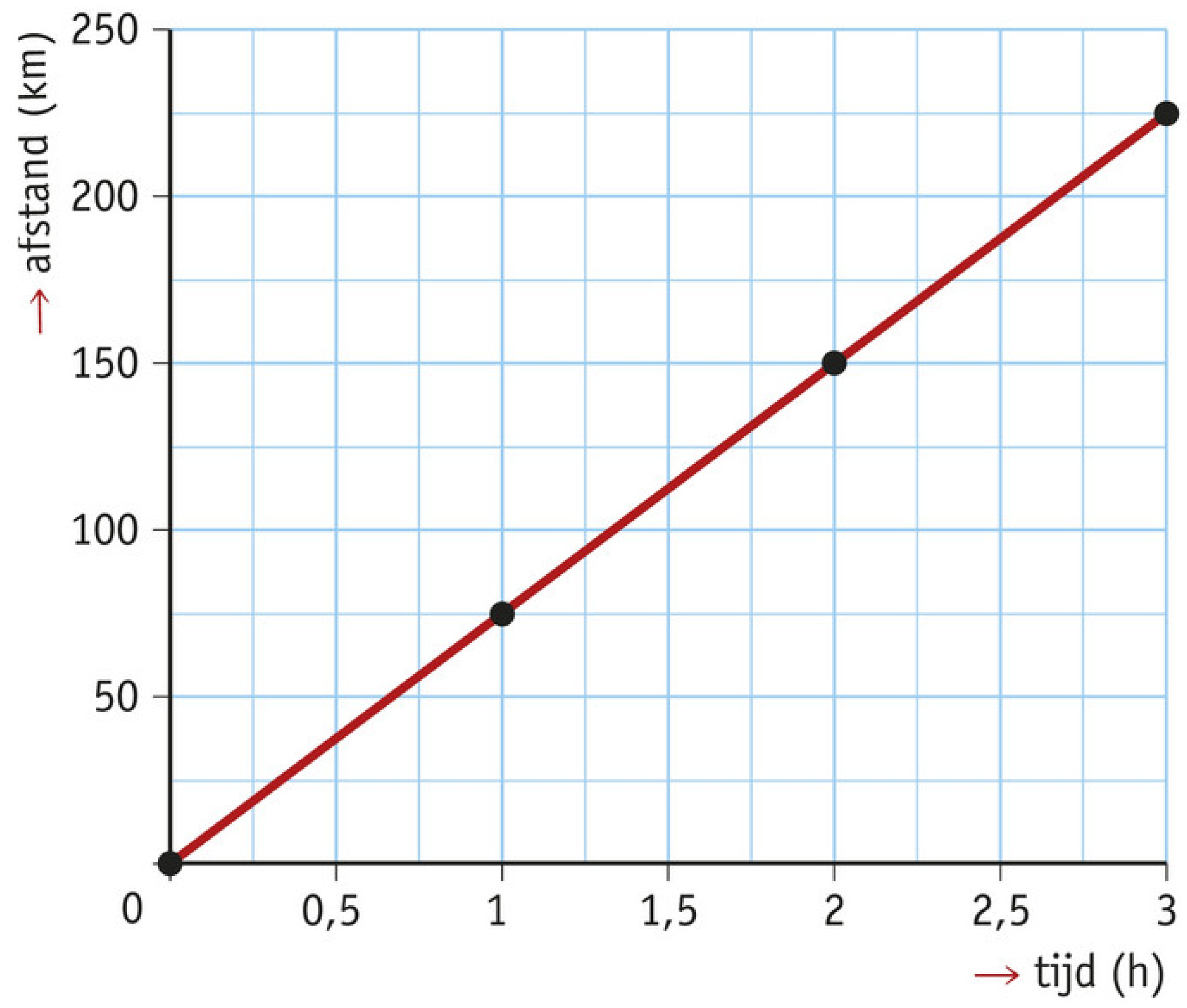
afbeelding 1 Roadtrains in Australië zijn vaak drie keer langer dan Nederlandse vrachtwagens.

Tijdens een reis rijdt een roadtrain drie uur achter elkaar met een snelheid van 75 km/h. De gegevens van deze reis staan in tabel 1.

tabel 1 De reis van de roadtrain.

tijd (uur)	afstand (km)
0	0
1	75
2	150
3	225

Van de reis kun je een **afstand-tijddiagram** maken (afbeelding 2). Op de horizontale as staat de tijd (in uur). Op de verticale as staat de afstand (in km).



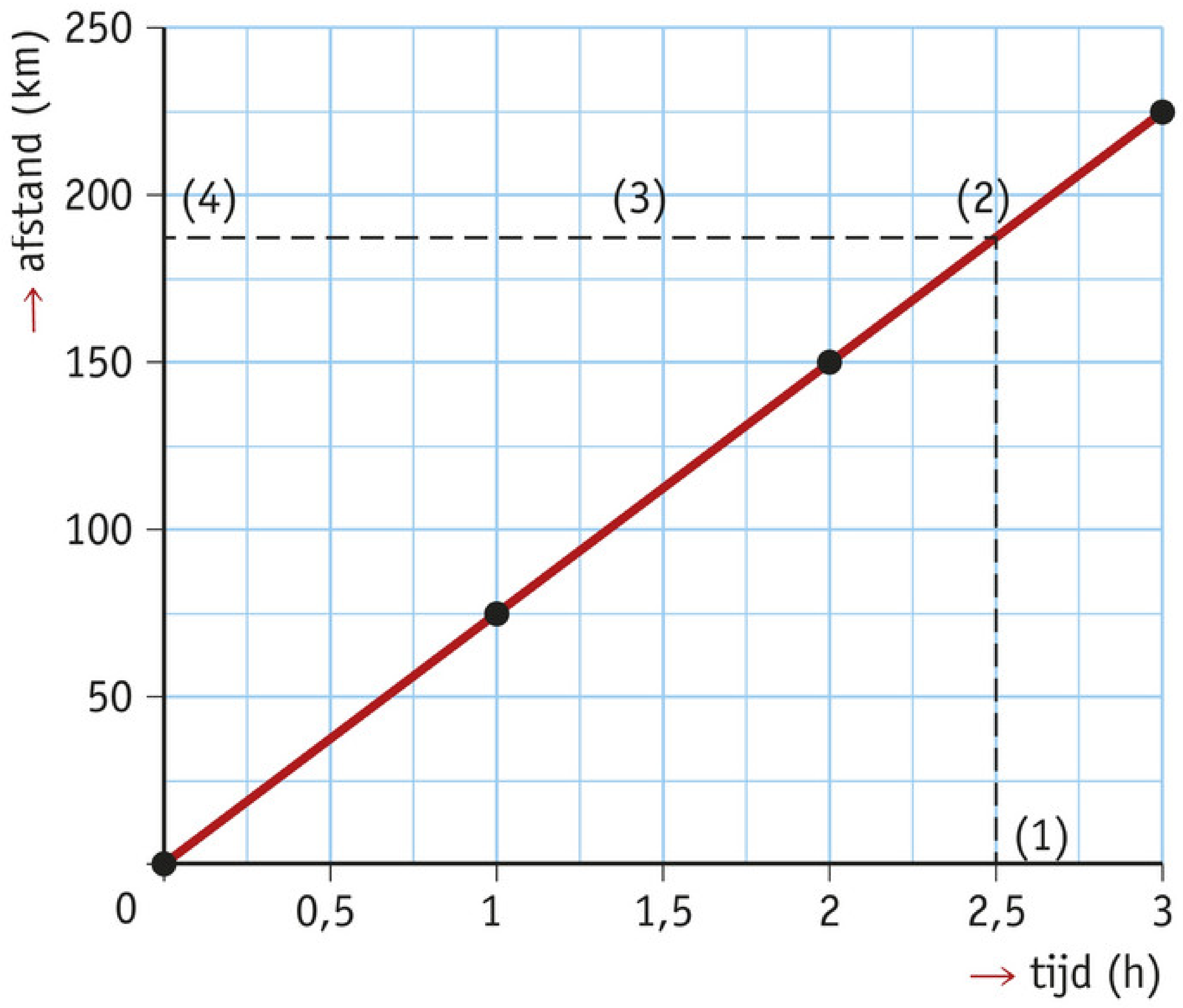
afbeelding 2 Afstand-tijddiagram van de reis van de roadtrain.

In een afstand-tijddiagram kun je voor elke tijd aflezen wat de afgelegde afstand is. Andersom kun je voor elke afstand aflezen hoelang je erover doet. Als de snelheid niet verandert, is het afstand-tijddiagram een stijgende rechte lijn.

De chauffeur van de roadtrain wil als het donker wordt stoppen met rijden. Het duurt nog 2,5 uur voordat het donker wordt. Hij wil weten hoever hij nog kan rijden in 2,5 uur. In afbeelding 3 kun je zien hoe hij dat kan aflezen uit het diagram.

Stap 1 Begin bij de tijd 2,5 uur.
Stap 2 Ga recht naar boven tot aan de rode lijn.
Stap 3 Ga nu naar links tot aan de as van de afstand.
Stap 4 Lees de afstand af: 187,5 km.

De afstand die de chauffeur nog kan rijden, is dus 187,5 km.



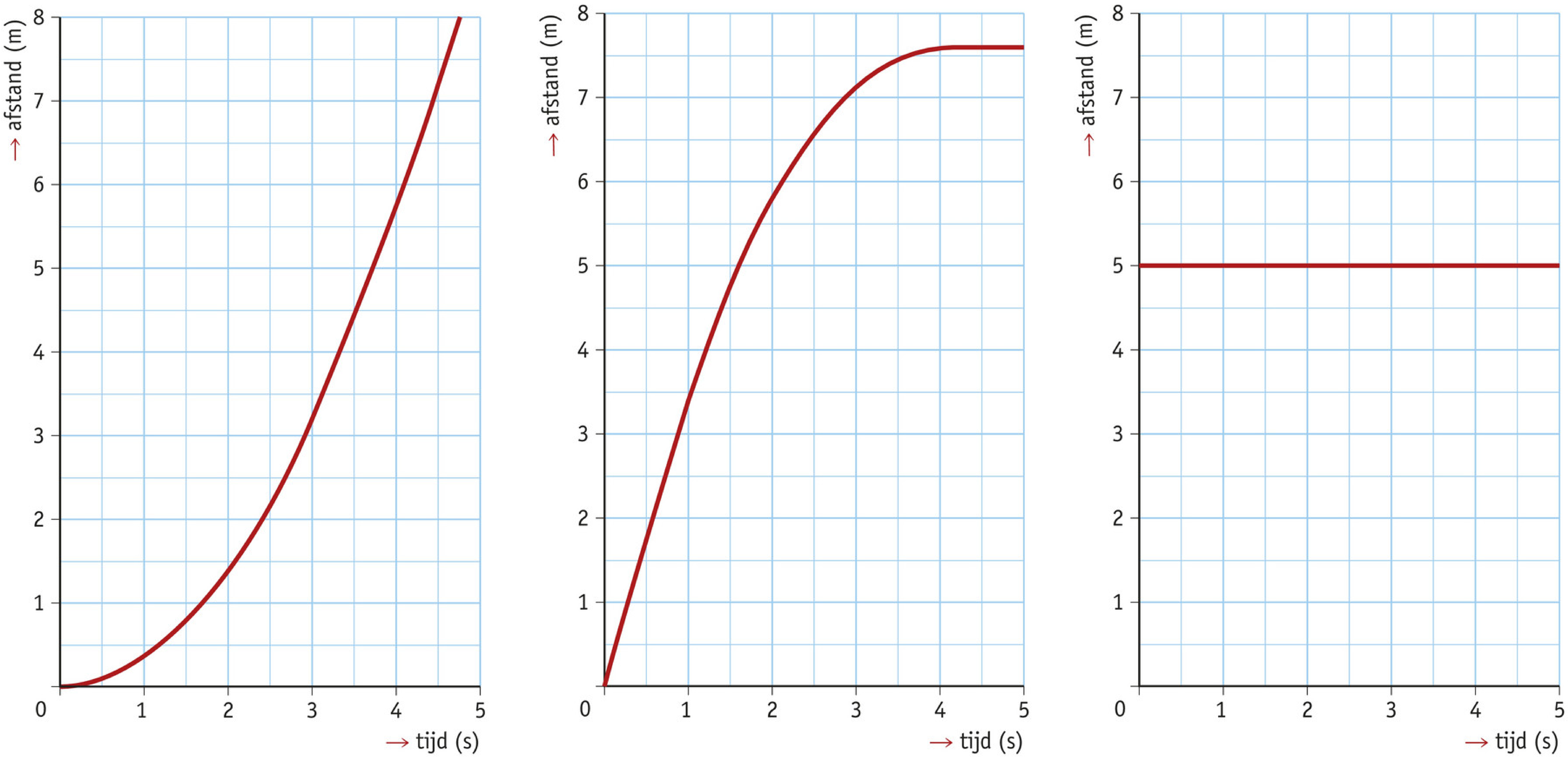
afbeelding 3 Een afstand-tijddiagram aflezen.

De snelheid van de roadtrain in afbeelding 1 verandert niet. In afbeelding 4a zie je een afstand-tijddiagram van een auto die optrekt. Daar verandert de snelheid wel. Dit is een **versnelde beweging**. Bij een versnelde beweging wordt de afstand die de auto elke seconde aflegt steeds groter.

In afbeelding 4b zie je een afstand-tijddiagram van een auto die afremt en stopt. Dit is een **vertraagde beweging**. Bij een vertraagde beweging wordt de afstand die de auto elke seconde aflegt steeds kleiner.

Als een auto stilstaat, is de grafiek in een afstand-tijddiagram een horizontale lijn (afbeelding 4c). De afstand wordt namelijk niet groter of kleiner.

afbeelding 4 Afstand-tijddiagrammen.



a een versnelde beweging

b een vertraagde beweging

c stilstaan

1 Tom traint op zijn fiets. Hij fietst met een constante snelheid. Tom maakt van zijn training een diagram met op de horizontale as de tijd en op de verticale as de afgelegde weg (afbeelding 5).

a Het diagram van Tom is een ....

b Na hoeveel tijd heeft hij 12 km gefietst?

....

c Na hoeveel tijd heeft hij 30 km gefietst?

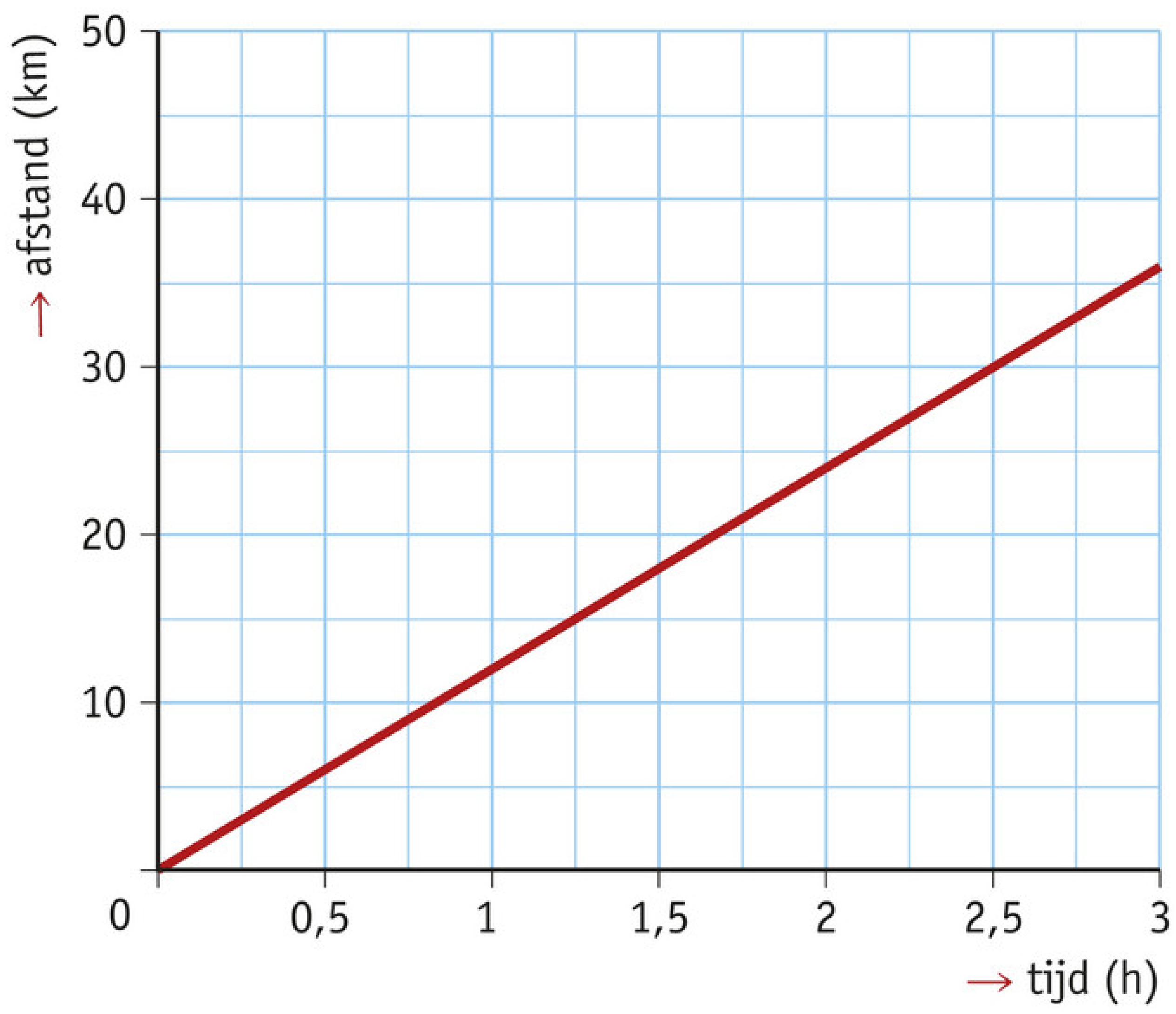
....

d Welke afstand heeft hij na 1,5 uur gefietst?

....

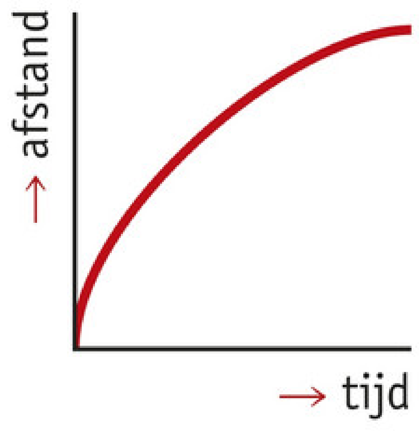
e Welke afstand heeft hij na 2 uur gefietst?

....

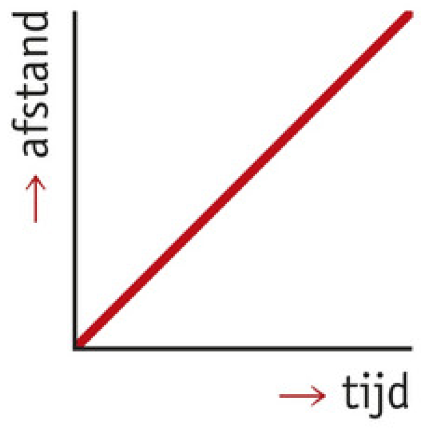


afbeelding 5 Diagram van een fietstraining.

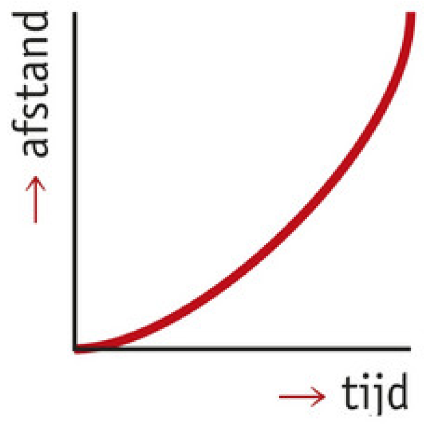
2 Koppel elke beschrijving aan het juiste diagram.

A


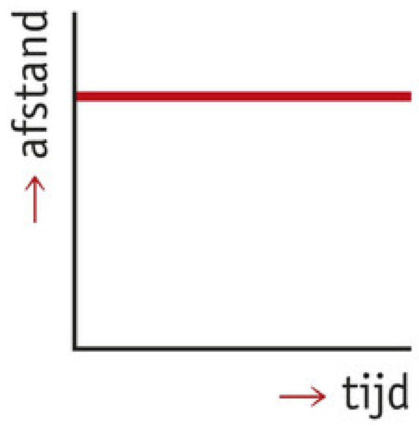
○

B


○

C


○

D


○

○ 1 beweging met constante snelheid

○ 2 stilstaan

○ 3 versnelde beweging

○ 4 vertraagde beweging

★ 3 In afbeelding 6 zie je twee afstand-tijddiagrammen van wandelaars Debby en Maartje.

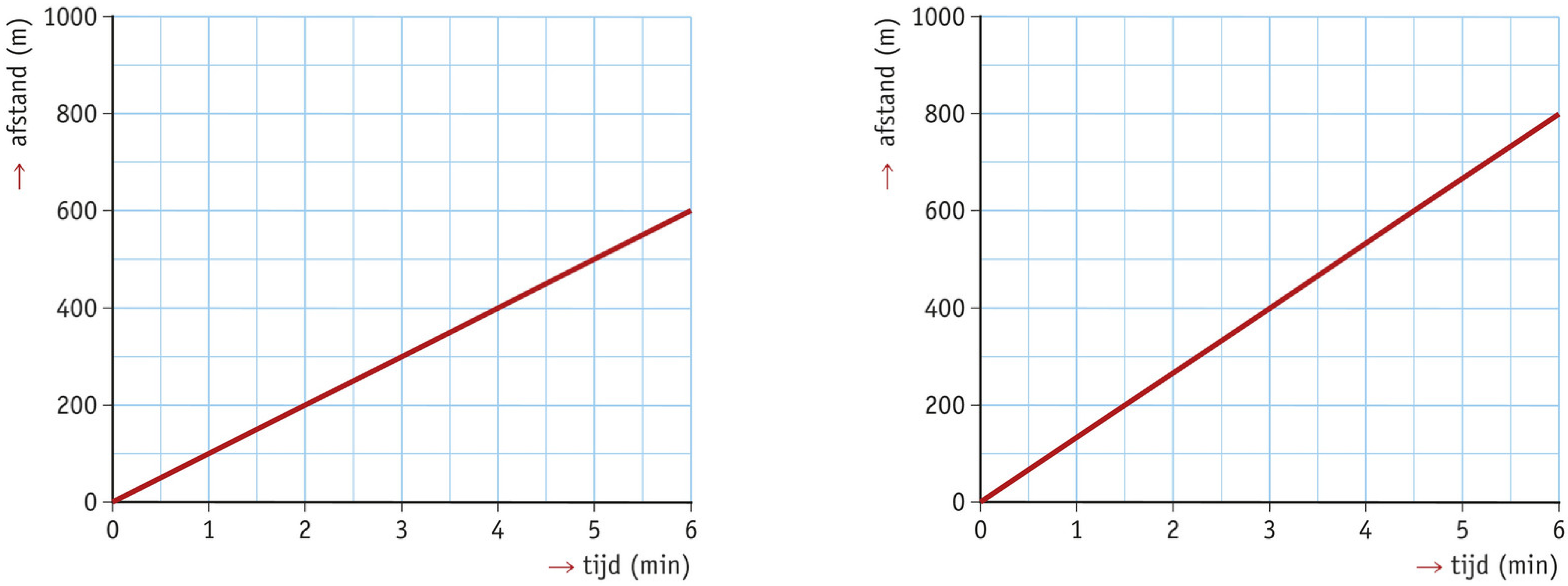
a Welke soort beweging maken Debby en Maartje?

....

b Wie heeft de grootste snelheid?
DEBBY / *MAARTJE*

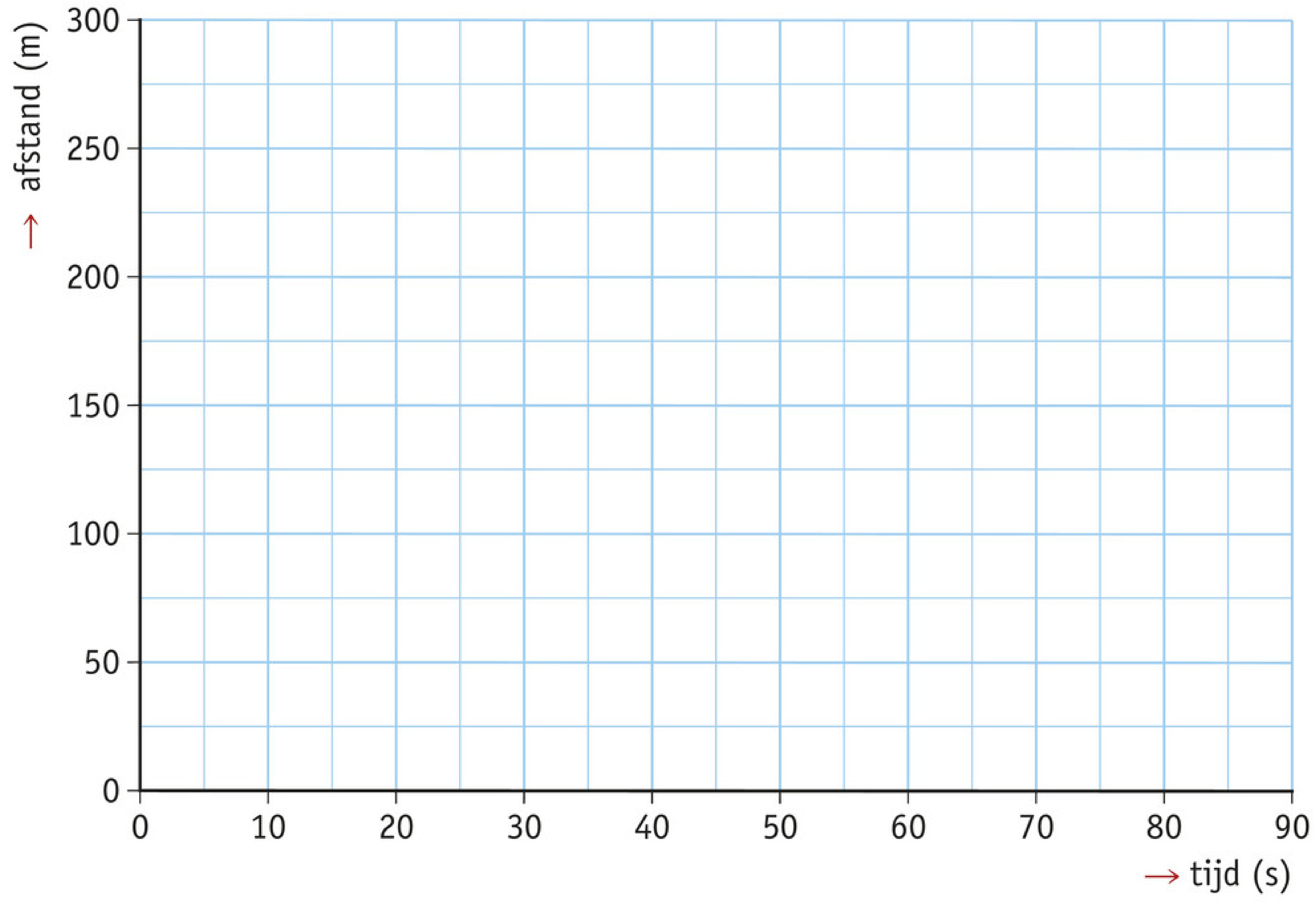
c Hoe groter de snelheid, hoe *STEILER* / *VLAKKER* de grafiek.

afbeelding 6 Afstand-tijddiagrammen van Debby en Maartje.



a Debby b Maartje

★ 4 Elly dreigt haar bus te missen. Ze rent 90 s met een snelheid van 3 m/s.
Teken het afstand-tijddiagram van deze beweging in afbeelding 7.

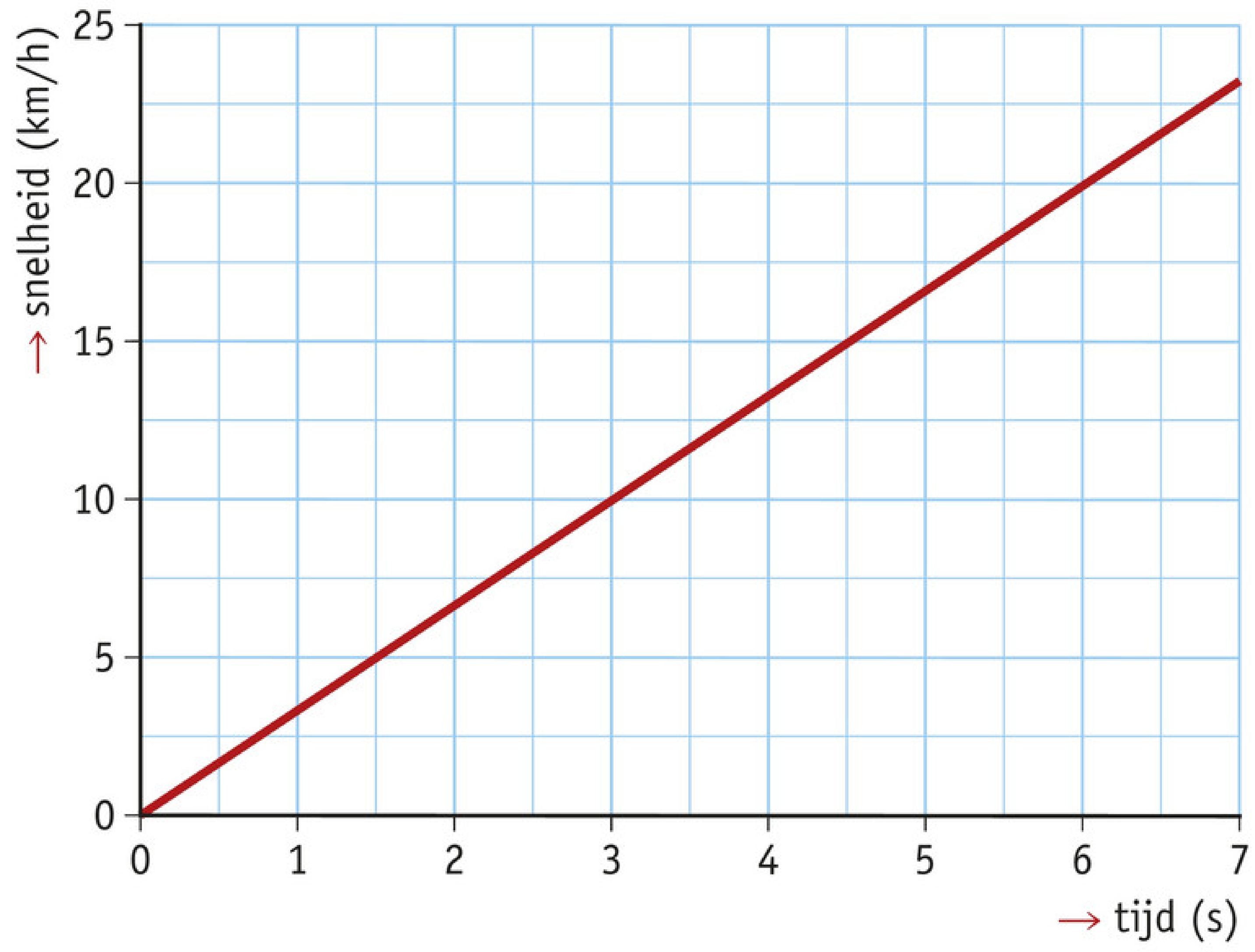


afbeelding 7 Afstand-tijddiagram van Elly.

SNELHEID-TIJDDIAGRAM

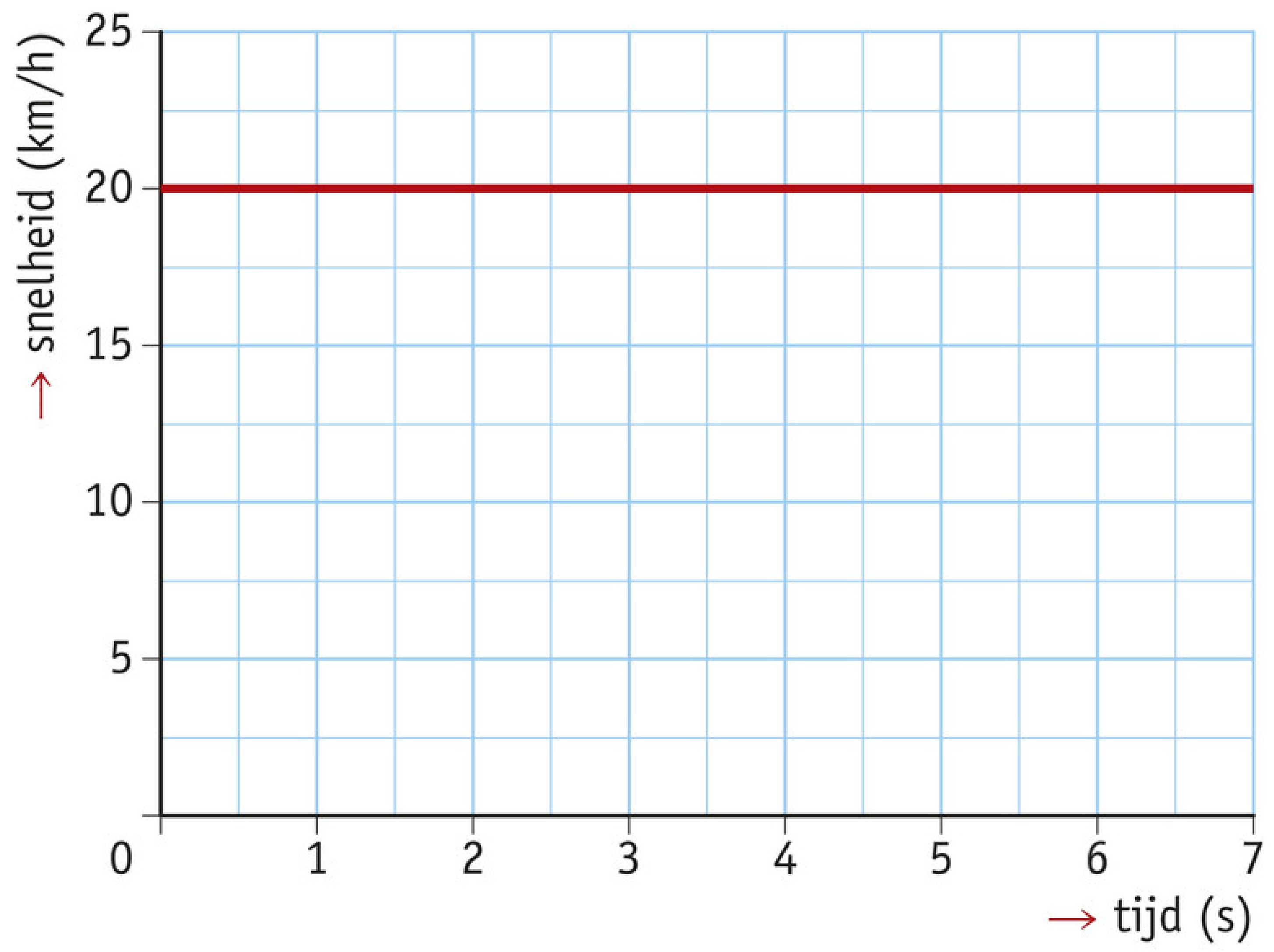
Je kunt van een beweging een afstand-tijddiagram tekenen, maar je kunt van een beweging ook een **snelheid-tijddiagram** tekenen. Bij een snelheid-tijddiagram staat de snelheid op de verticale as.

Bij een versnelde beweging wordt de snelheid steeds groter. In afbeelding 8 staat het snelheid-tijddiagram van een versnelde beweging. De grafiek van deze versnelde beweging is een stijgende rechte lijn. Elke volgende seconde is de snelheid groter.



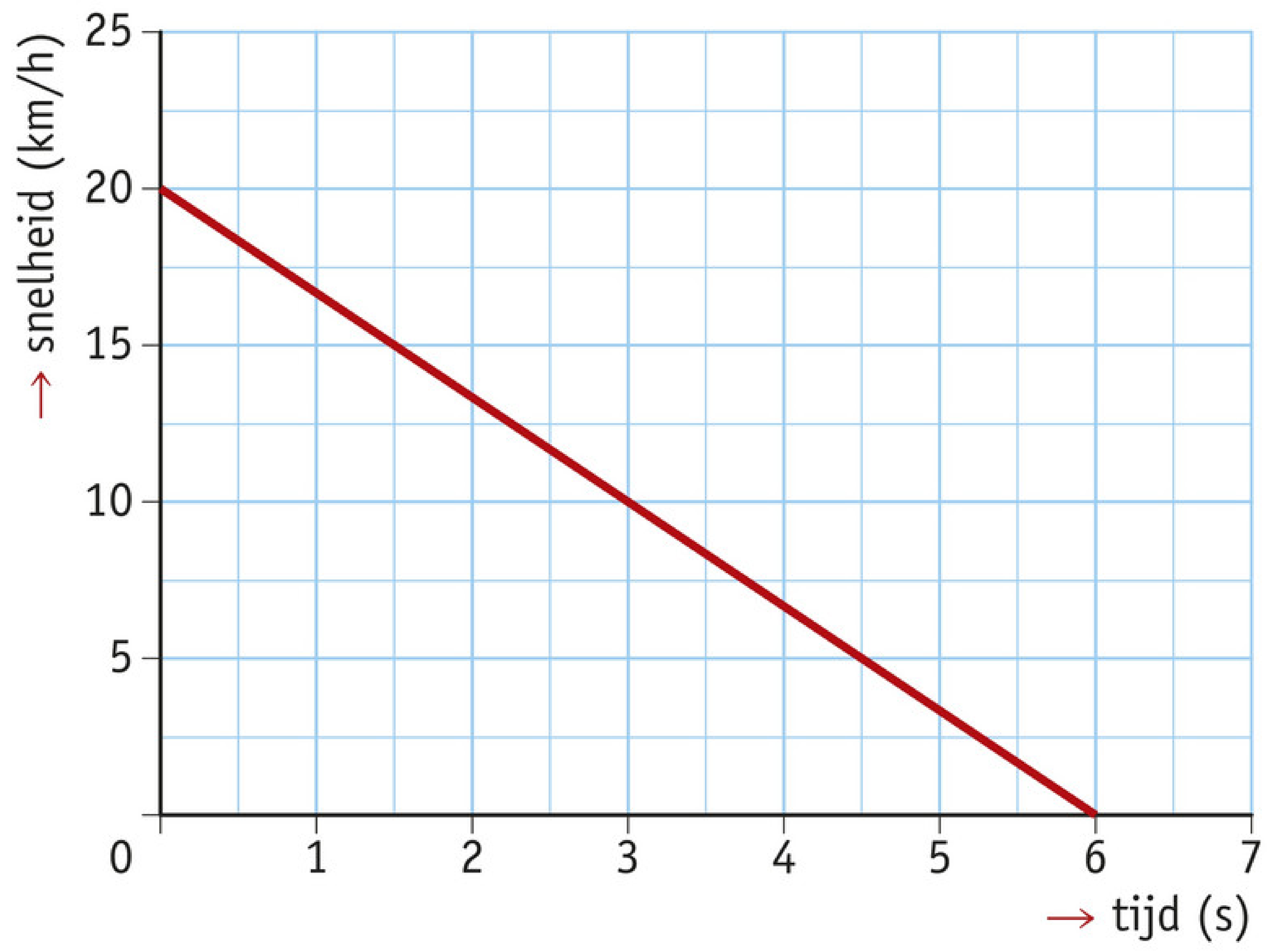
afbeelding 8 Snelheid-tijddiagram van een versnelde beweging.

Bij een beweging met constante snelheid is de snelheid steeds even groot. In een snelheid-tijddiagram herken je een beweging met constante snelheid aan een horizontale lijn (afbeelding 9). Gedurende de hele tijd blijft de snelheid gelijk.



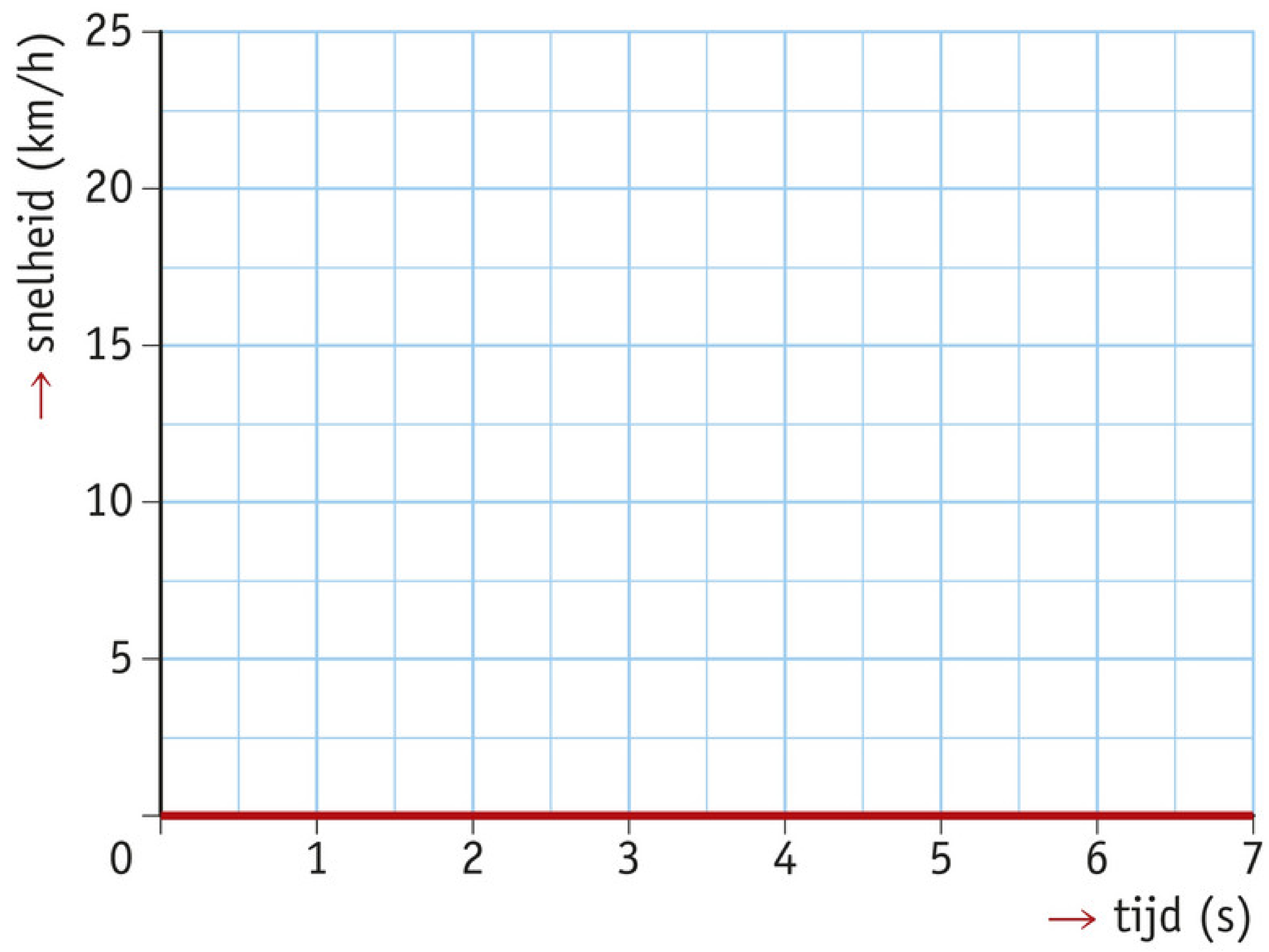
afbeelding 9 Snelheid-tijddiagram van een beweging met constante snelheid.

Bij een vertraagde beweging wordt de snelheid steeds kleiner. Daarom is de grafiek van een vertraagde beweging een dalende lijn (afbeelding 10). Elke volgende seconde is de snelheid kleiner.



afbeelding 10 Snelheid-tijddiagram van een vertraagde beweging.

Als een voertuig stilstaat is de snelheid 0 m/s. In een snelheid-tijddiagram herken je stilstaan aan een horizontale lijn die op de *x*-as ligt (afbeelding 11). Op de *x*-as is de snelheid 0 m/s.



afbeelding 11 Snelheid-tijddiagram van een beweging met constante snelheid.

5 Het afstand-tijddiagram van een soort beweging verschilt altijd van vorm van een snelheid-tijddiagram van diezelfde soort beweging.
Van een beweging is een diagram getekend.
Op de horizontale as staat de tijd (in s). Op de verticale as staat de snelheid (in km/h). Hoe noem je zo'n diagram?

....

6 Van welke beweging is het snelheid-tijddiagram een stijgende lijn?

- ○ A beweging met constante snelheid
- ○ B versnelde beweging
- ○ C vertraagde beweging

7 Van een beweging met constante snelheid is een snelheid-tijddiagram getekend.
Hoe loopt de lijn in de grafiek?

- ○ A dalend
- ○ B stijgend
- ○ C horizontaal
- ○ D verticaal

8 In afbeelding 12 zie je een snelheid-tijddiagram van een fietsrit.

a Hoe noem je de beweging van A naar B?

- ○ A beweging met constante snelheid
- ○ B versnelde beweging
- ○ C vertraagde beweging

b Hoe noem je de beweging van B naar C?

- ○ A beweging met constante snelheid
- ○ B versnelde beweging
- ○ C vertraagde beweging

c Hoe noem je de beweging van C naar D?
- ○ A beweging met constante snelheid
- ○ B versnelde beweging
- ○ C vertraagde beweging

d Hoelang duurt de versnelde beweging?

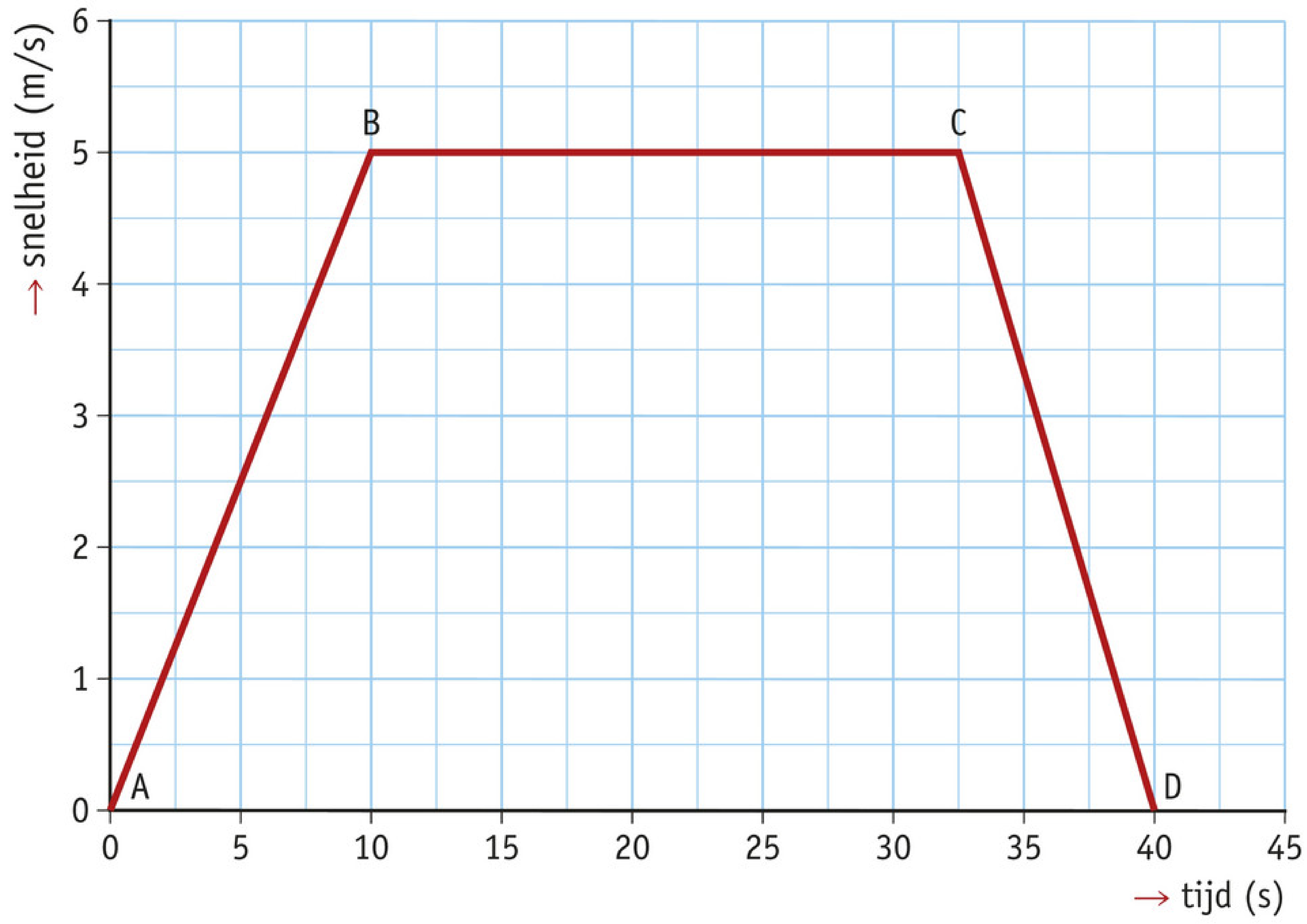
....

e Hoelang duurt de beweging met constante snelheid?

....

f Hoelang duurt de vertraagde beweging?

....



afbeelding 12 Verschillende soorten bewegingen in één grafiek.

9

Lees de gegevens af in afbeelding 12.

a Hoe groot is de snelheid op 5 s?

....

b Hoe groot is de snelheid op 8 s?

....

c Hoe groot is de snelheid op 30 s?

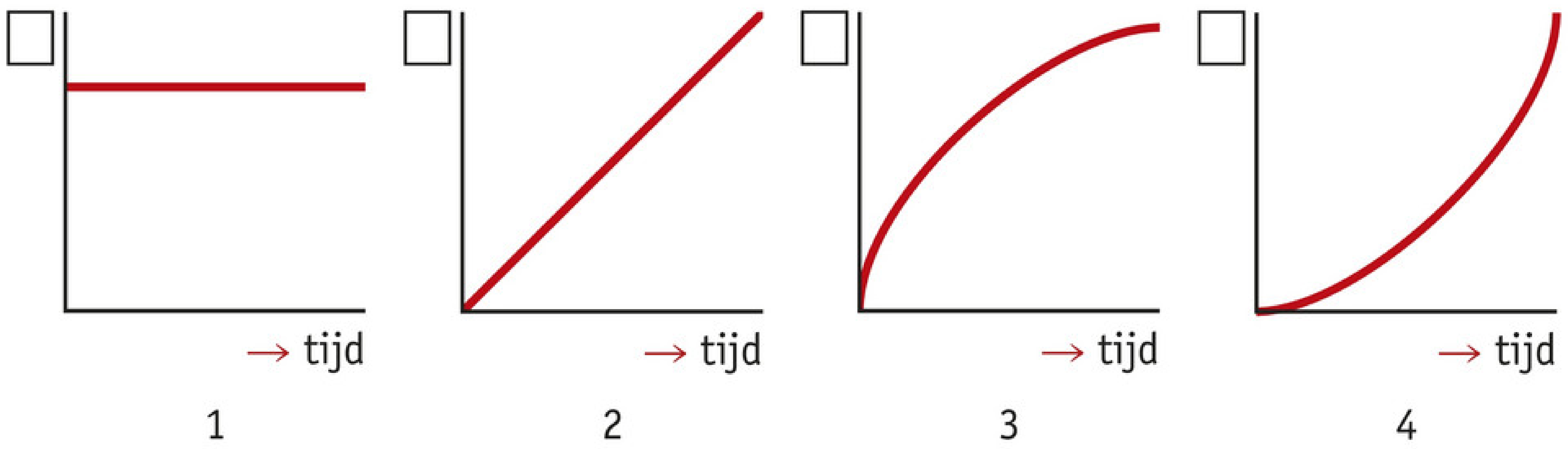
....

d Op welke twee tijdstippen is de snelheid 3 m/s?

De snelheid is 3 m/s op .... en op ....

★ 10 Een emmer wordt met constante snelheid omhoog gehesen. Van deze beweging zie je vier mogelijke grafieken in afbeelding 13. Langs de verticale as is nog geen grootheid ingevuld.
Zet in tabel 2 in elke rij één kruisje in de juiste kolom.

afbeelding 13 Vier grafieken van bewegingen.



tabel 2 Welke grafieken zijn de juiste?

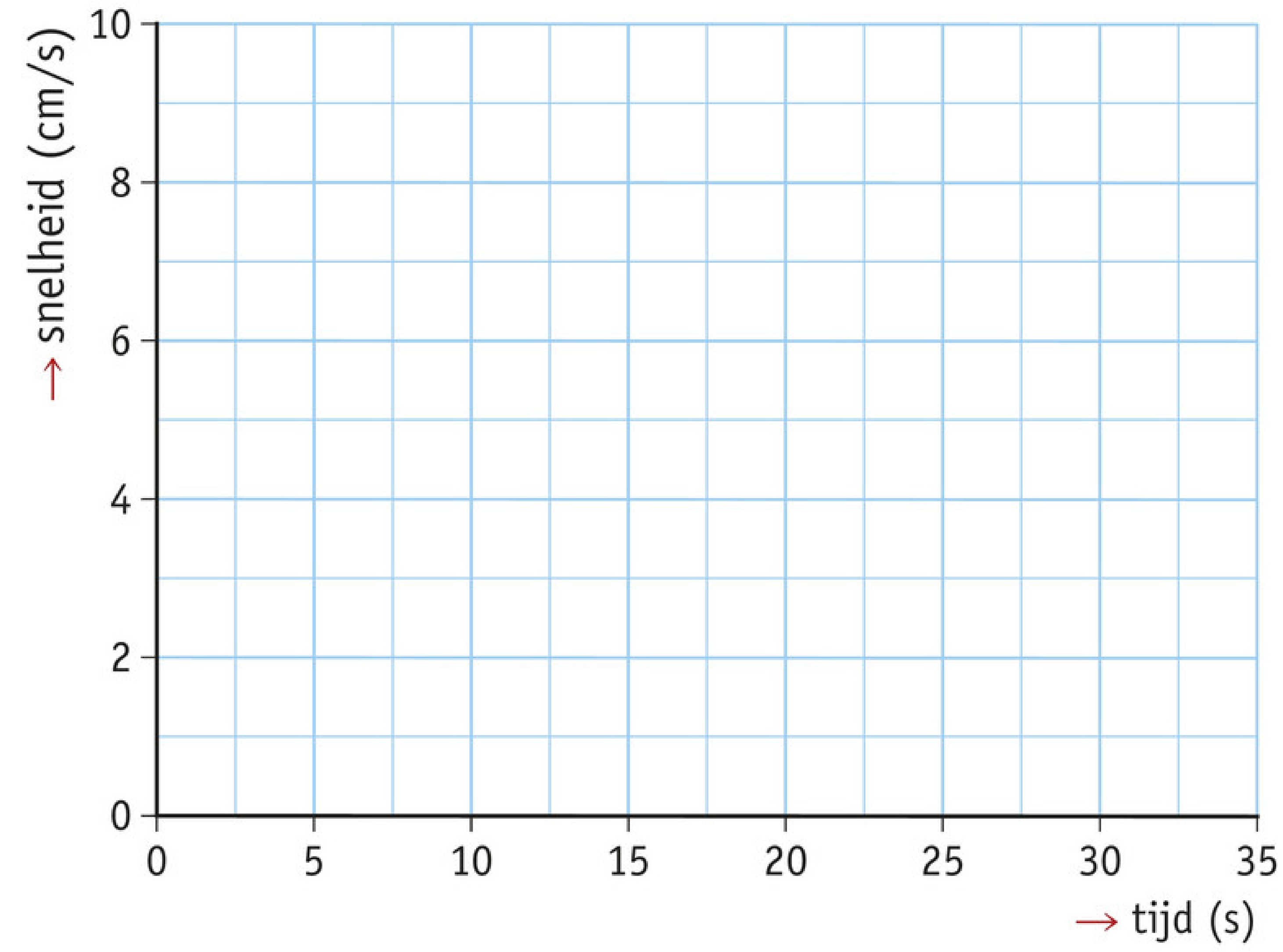
	1	2	3	4
Het snelheid-tijddiagram heeft de vorm van grafiek				
Het afstand-tijddiagram heeft de vorm van grafiek				

naar: examen 2016-1

11 De eendjes bij het spel ‘eendjes vissen’ draaien rond in een sloot met water (afbeelding 14). De eendjes hebben een constante snelheid van 7 cm/s.
Teken in het snelheid-tijddiagram van afbeelding 15 de grafiek van deze beweging. Teken de beweging van 0 tot 30 s.



afbeelding 14 Eendjes vissen op de kermis.



afbeelding 15 Snelheid-tijddiagram van de eendjes.

BEWEGING EN NETTOKRACHT

Eerder las je over roadtrains die op lange, vlakke en rustige wegen door Australië rijden. Urenlang zonder stoppen. Omdat de chauffeur nergens stopt, kan hij de snelheid gemakkelijk constant houden.

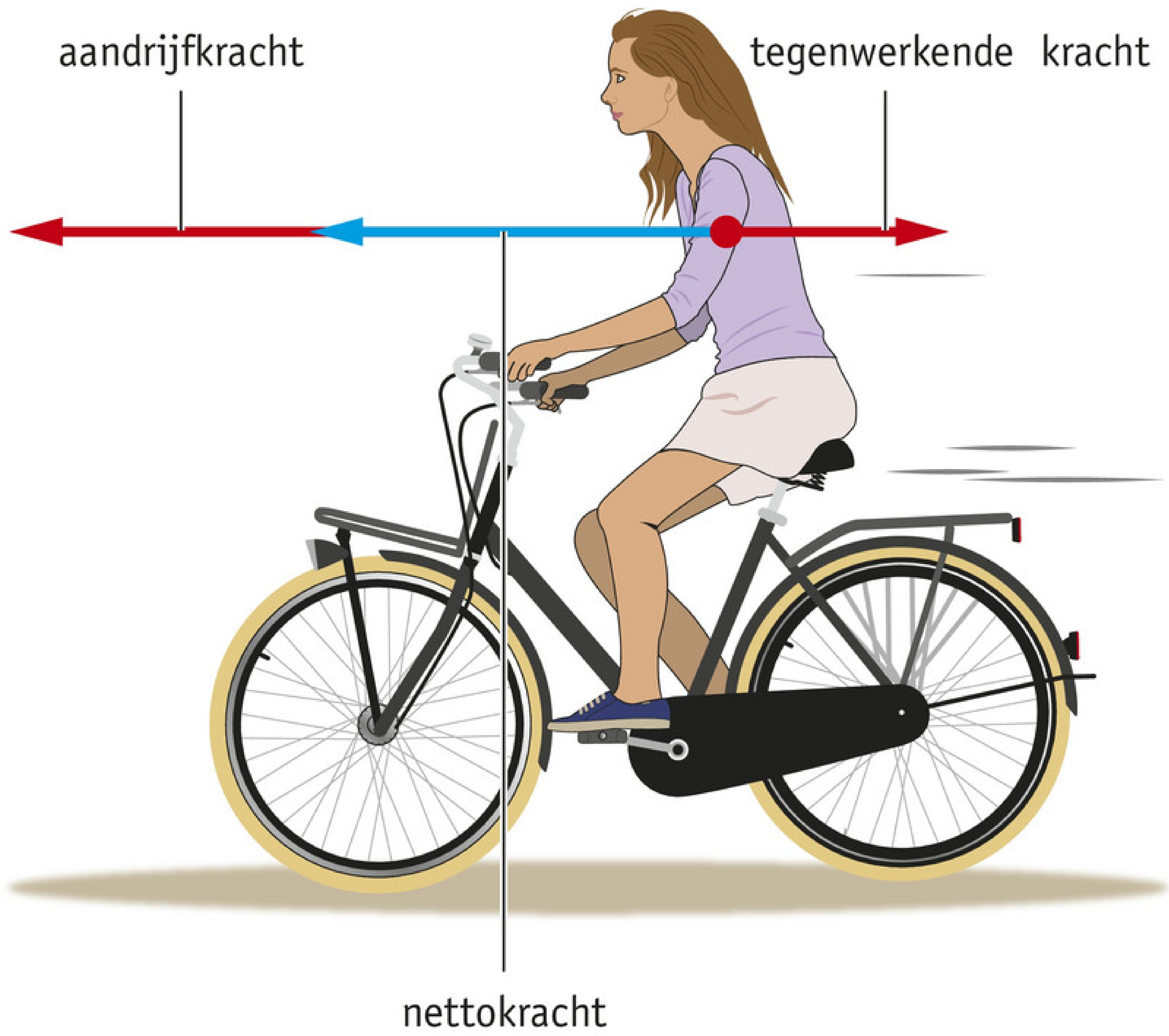
Vrachtwagenchauffeurs op de Nederlandse snelwegen kunnen veel minder goed een constante snelheid aanhouden. Zij moeten zich aanpassen aan de rest van het verkeer. De snelheid van het verkeer in Nederland is niet steeds gelijk.

Op een voertuig in het verkeer werken verschillende krachten. Bijvoorbeeld de aandrijfkracht en de remkracht, maar ook wrijvingskrachten. Doordat die krachten steeds veranderen, verandert de snelheid van een voertuig ook steeds.

Je weet dat nettokracht het totaal is van alle krachten op een voertuig. Er zijn drie mogelijkheden voor de nettokracht:
- De nettokracht werkt in de rijrichting.
- De nettokracht is 0 N.
- De nettokracht werkt tegen de rijrichting in.

NETTOKRACHT IN DE RIJRICHTING

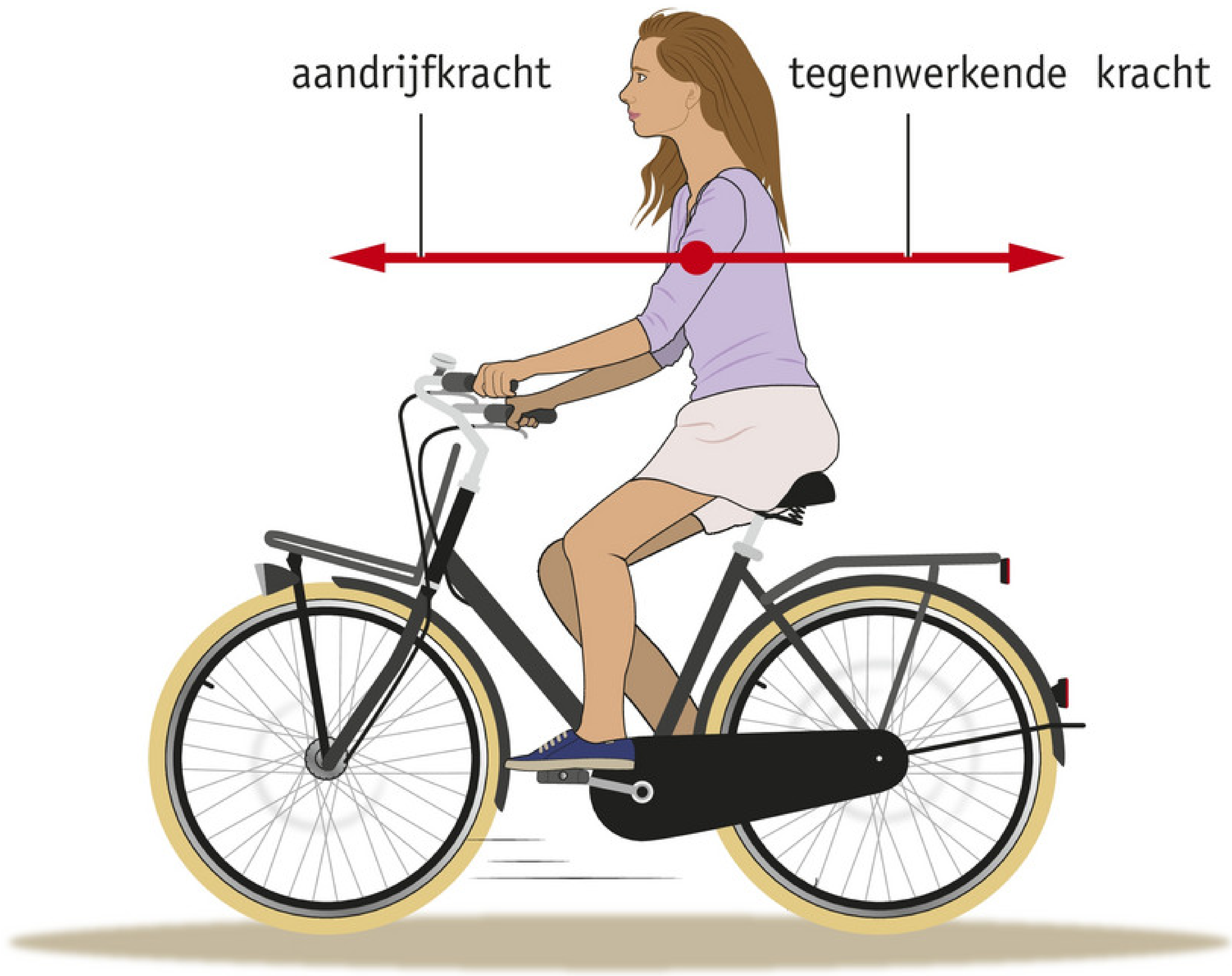
De fietser in afbeelding 16 trapt met veel kracht. Er staat niet veel wind. De aandrijfkracht is groter dan de tegenwerkende kracht. De nettokracht werkt dan in de rijrichting. Hierdoor wordt de snelheid steeds groter. Dit is een versnelde beweging.



afbeelding 16 De aandrijfkracht is groter dan de tegenwerkende kracht: de snelheid wordt groter.

NETTOKRACHT IS NUL

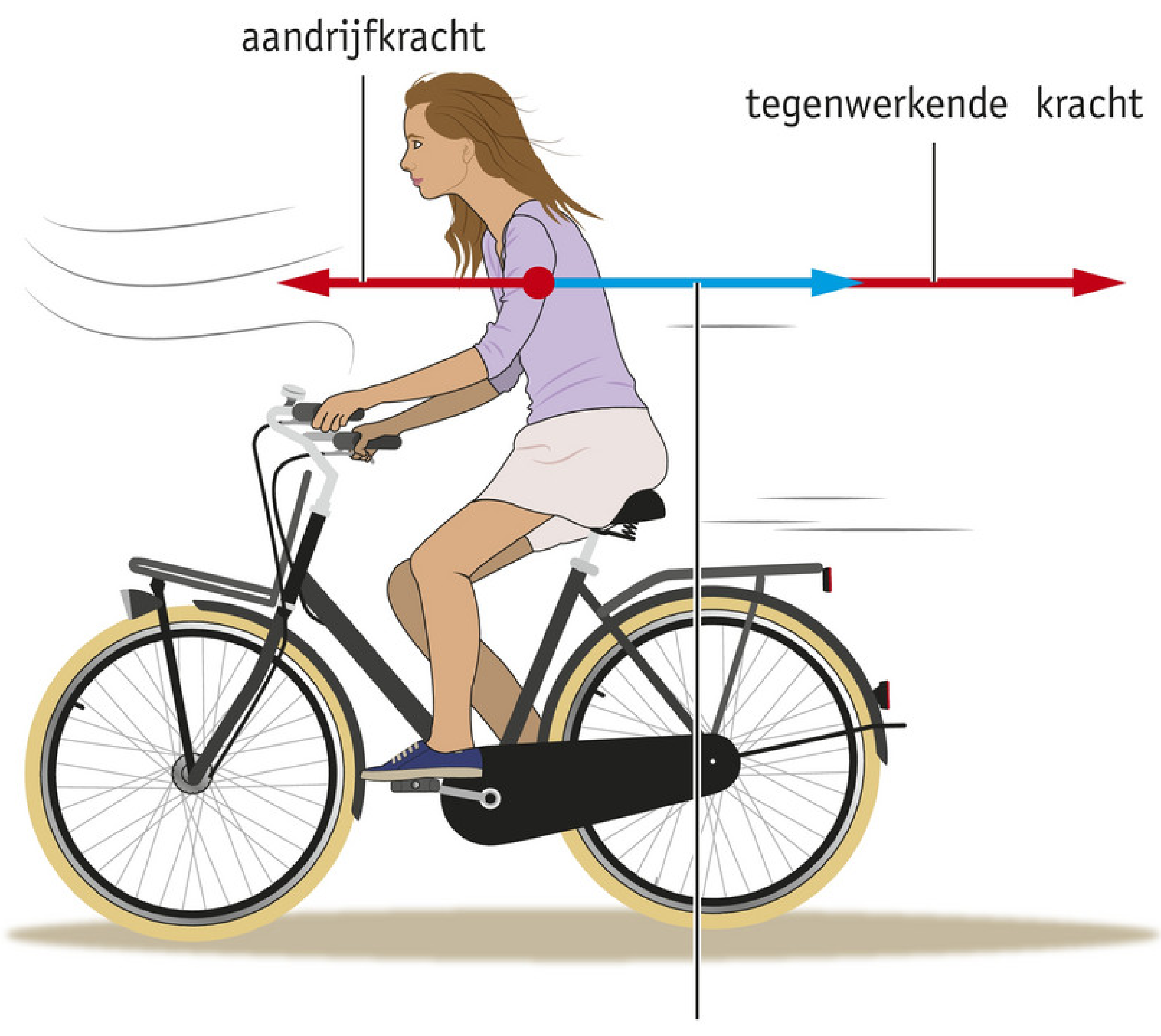
De fietser in afbeelding 17 trapt met iets minder kracht dan in afbeelding 16. Zij voelt de luchtwrijving. De aandrijfkracht is even groot als de tegenwerkende kracht. De nettokracht is 0 N. Hierdoor blijft de snelheid gelijk. Dit is dus een beweging met constante snelheid.



afbeelding 17 De aandrijfkracht is even groot als de tegenwerkende kracht: de snelheid blijft constant.

NETTOKRACHT TEGEN DE RIJRICHTING

De fietser in afbeelding 18 trapt nog steeds. De wind neemt toe. De aandrijfkracht is nu kleiner dan de tegenwerkende kracht. De nettokracht werkt tegen de rijrichting in. Hierdoor wordt de snelheid steeds kleiner. Dit is dus een vertraagde beweging.



afbeelding 18 De aandrijfkracht is kleiner dan de tegenwerkende kracht: de snelheid wordt kleiner.

12 Tijdens het rijden is de nettokracht op een scooter 0 N.
Wat betekent dit voor de snelheid?
○ A De snelheid verandert niet.
○ B De snelheid wordt groter.
○ C De snelheid wordt nul.
○ D De snelheid wordt kleiner.

13 Jesse stapt op zijn scooter.

a Jesse geeft flink gas. Zijn snelheid wordt groter.
Hoe noem je deze beweging?
○ A beweging met constante snelheid
○ B versnelde beweging
○ C vertraagde beweging

b Jesse moet afremmen, omdat plotseling iemand de weg oversteekt. Hij remt zo hard mogelijk. Zijn snelheid wordt kleiner.
Hoe noem je deze beweging?
○ A beweging met constante snelheid
○ B versnelde beweging
○ C vertraagde beweging

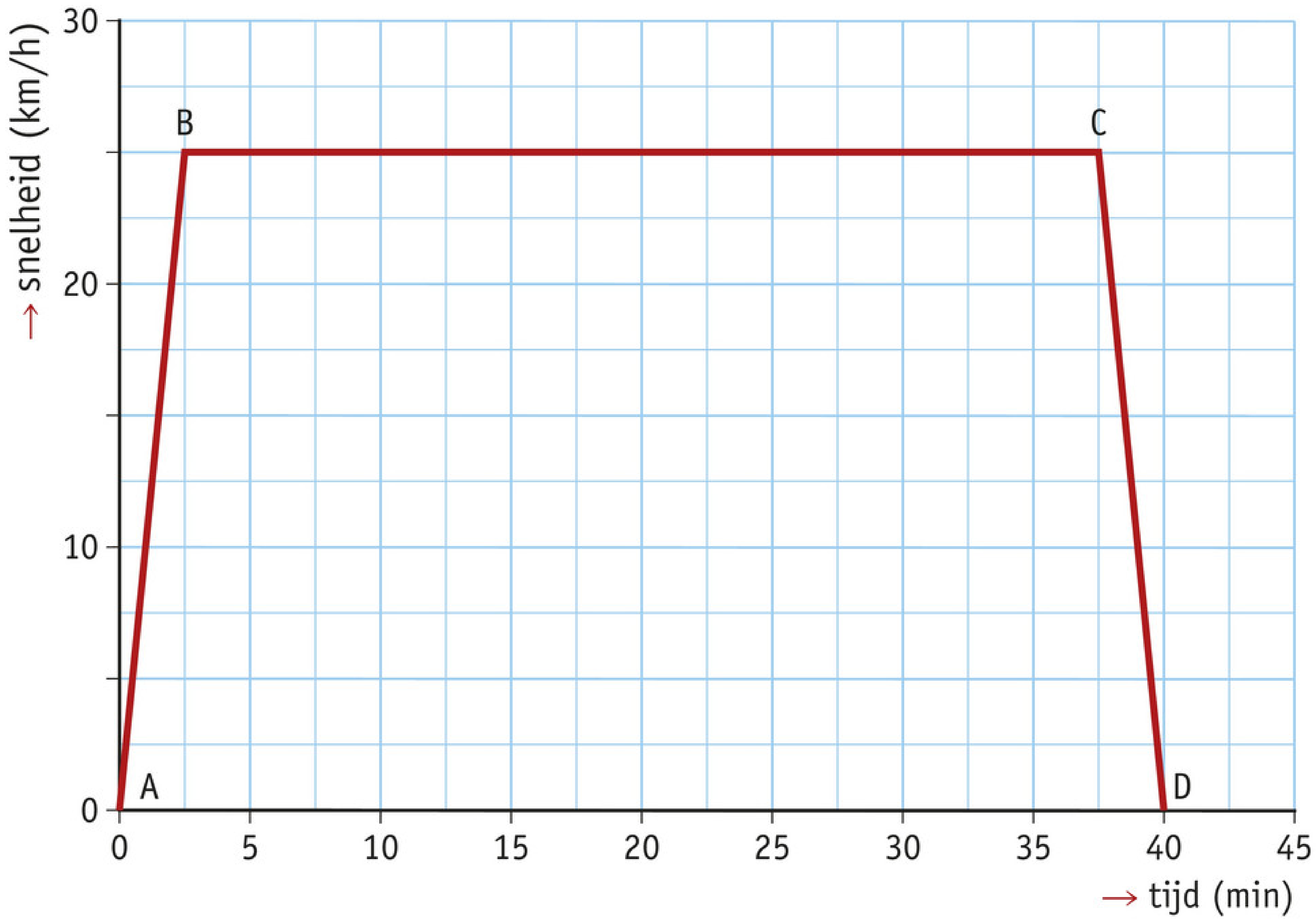
c Jesse remt totdat hij stilstaat.
Wat geldt voor de nettokracht die op Jesse werkt als hij stilstaat?
○ A De nettokracht is groter dan 0 N.
○ B De nettokracht is 0 N.
○ C De nettokracht is kleiner dan 0 N.

d Jesse trekt langzaam weer op om verder te rijden. De aandrijfkracht is dan *GROTER DAN / EVEN GROOT ALS / KLEINER DAN* de tegenwerkende kracht.

★ 14 Anne fietst op haar elektrische fiets naar school.
Bekijk het snelheid-tijddiagram in afbeelding 19.

a Wanneer is de aandrijfkracht op de fiets groter dan de tegenwerkende kracht?
○ A van A naar B
○ B van B naar C
○ C van C naar D

b Wanneer is de nettokracht op de fiets 0 N?
○ A van A naar B
○ B van B naar C
○ C van C naar D



afbeelding 19 De fietsrit van Anne.

15 Je ziet in afbeelding 20 drie foto's van een auto. Onder de foto's is de nettokracht op de auto tijdens een noodstop geschreven. De auto komt van links.
Welke situatie geeft de nettokracht op de auto tijdens het remmen juist weer?

afbeelding 20 De auto remt.



○ A ○ B ○ C

16 Een zeeschip wordt met een sleepboot een haven binnengebracht (afbeelding 21). Het zeeschip vaart met constante snelheid. De trekkracht is 120 kN.
Wat is juist over de tegenwerkende kracht op het zeeschip?

- ○ A Die is groter dan 120 kN.
- ○ B Die is gelijk aan 120 kN.
- ○ C Die is kleiner dan 120 kN.



afbeelding 21 Een sleepboot brengt een zeeschip naar de haven.

naar: examen 2018-1

ONTHOUD

Van een beweging kun je een afstand-tijddiagram tekenen.
Op de horizontale as staat de tijd, op de verticale as de afstand.

Aan de vorm van de grafiek kun je de soort beweging herkennen in het afstand-tijddiagram:

- Bij een versnelde beweging is de grafiek een stijgende lijn die steeds steiler gaat lopen.
- Bij een beweging met constante snelheid is de grafiek een stijgende rechte lijn.
- Bij een vertraagde beweging is de grafiek een stijgende lijn die steeds minder steil gaat lopen.
- Als een voorwerp niet beweegt, is de grafiek een horizontale lijn.

Kenmerken van het snelheid-tijddiagram

- Versnelde beweging:
  - Het snelheid-tijddiagram is een stijgende lijn.
- Beweging met constante snelheid:
  - Het snelheid-tijddiagram is een horizontale lijn.
- Vertraagde beweging:
  - Het snelheid-tijddiagram is een dalende lijn.
- Stilstaan:
  - Het snelheid-tijddiagram is een horizontale lijn op de x-as.

Kenmerken van de nettokracht

- Versnelde beweging:
  - De nettokracht werkt in de rijrichting.
- Beweging met constante snelheid:
  - De nettokracht is 0 N.
- Vertraagde beweging:
  - De nettokracht werkt tegen de rijrichting in.
- Stilstaan:
  - De nettokracht is 0 N.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Stopafstand

LEERDOELEN

12.4.1 Je kunt de remweg uit een grafiek aflezen.
12.4.2 Je kunt omstandigheden benoemen die de remweg beïnvloeden.
12.4.3 Je kunt omstandigheden benoemen die de reactietijd beïnvloeden.
12.4.4 Je kunt de reactie-afstand van een rijdend voertuig berekenen.
12.4.5 Je kunt de stopafstand uit de reactie-afstand en de remweg berekenen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	12.4.1	12.4.2	12.4.3	12.4.4	12.4.5
Onthouden		1, 2, 3, 8, 9, 10	11, 12	14	
Begrijpen	6ab	4ab, 5, 7b	13	17	15, 18
Toepassen	4c	7a		16a	16b
Analyseren	19ab				

Je staat met een bewegend voertuig niet direct stil als je remt. Hoe harder je rijdt, hoe langer het duurt voordat je stilstaat.

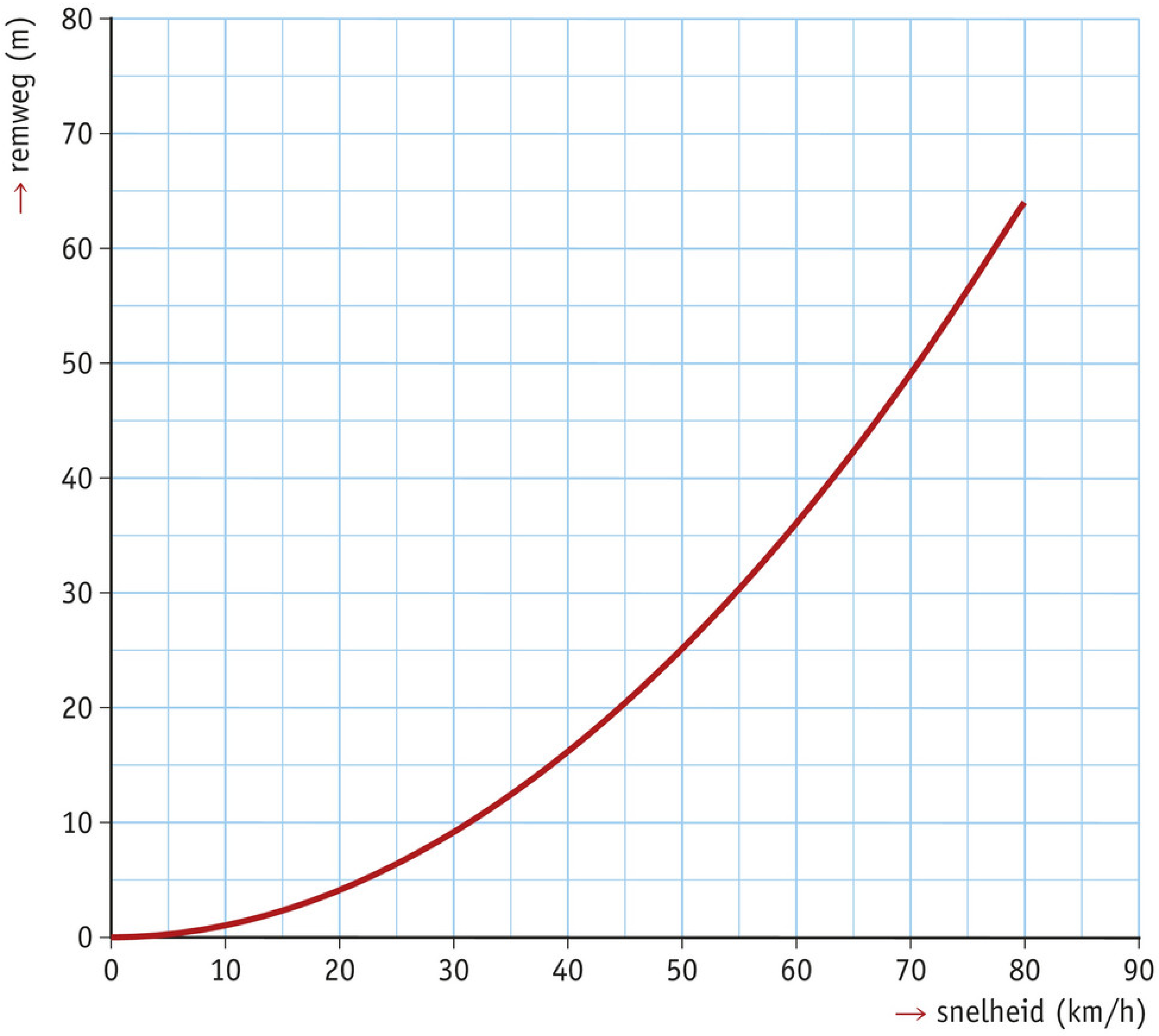
REMWEG

Een voertuig heeft een bepaalde afstand nodig om af te remmen tot stilstand. Die afstand is de **remweg** van het voertuig. Als je langzaam rijdt, is de remweg klein. Hoe groter de snelheid, hoe groter de remweg.

In tabel 1 kun je aflezen hoe lang de remweg van een auto is. De remweg is gemeten bij verschillende snelheden. De grafiek van afbeelding 1 is getekend met de getallen van tabel 1. Uit de grafiek kun je de remweg voor andere snelheden aflezen.

tabel 1 De remweg bij verschillende snelheden.

snelheid (km/h)	remweg (m)
10	1
20	4
30	9
40	16
50	25
60	36
70	49
80	64



afbeelding 1 De remweg hangt af van de snelheid.

Niet alleen de snelheid is belangrijk voor de remweg. Ook de massa speelt mee. Hoe groter de massa, hoe groter de remweg. Daardoor is de remweg groter als je met twee mensen op een scooter zit, in plaats van alleen (afbeelding 2). En de remweg van een volle vrachtwagen is groter dan die van een lege vrachtwagen.



afbeelding 2 Met iemand achterop is de remweg groter.

Als de remmen versleten zijn, is de remweg groter. Slechte remmen leveren minder remkracht. Hoe minder remkracht, hoe langer het duurt voor je stilstaat. Slechte remmen zijn gevaarlijk. Niet alleen voor jezelf, maar ook voor anderen op de weg. Daarom mag je niet op de openbare weg rijden met slechte remmen.

1 Hoe noem je de afstand die nodig is om af te remmen tot stilstand?

Die afstand heet de ....

2 Hoe sneller je rijdt, hoe *GROTER* / *KLEINER* de remweg.

3 Noteer drie oorzaken die de remweg van een voertuig groter maken.

- ....
- ....
- ....

4 De klas van Bayram heeft een proef gedaan. Ze hebben de remweg van een fiets gemeten. Bij de proef is steeds met dezelfde kracht geremd. De resultaten van de proef staan in tabel 2.

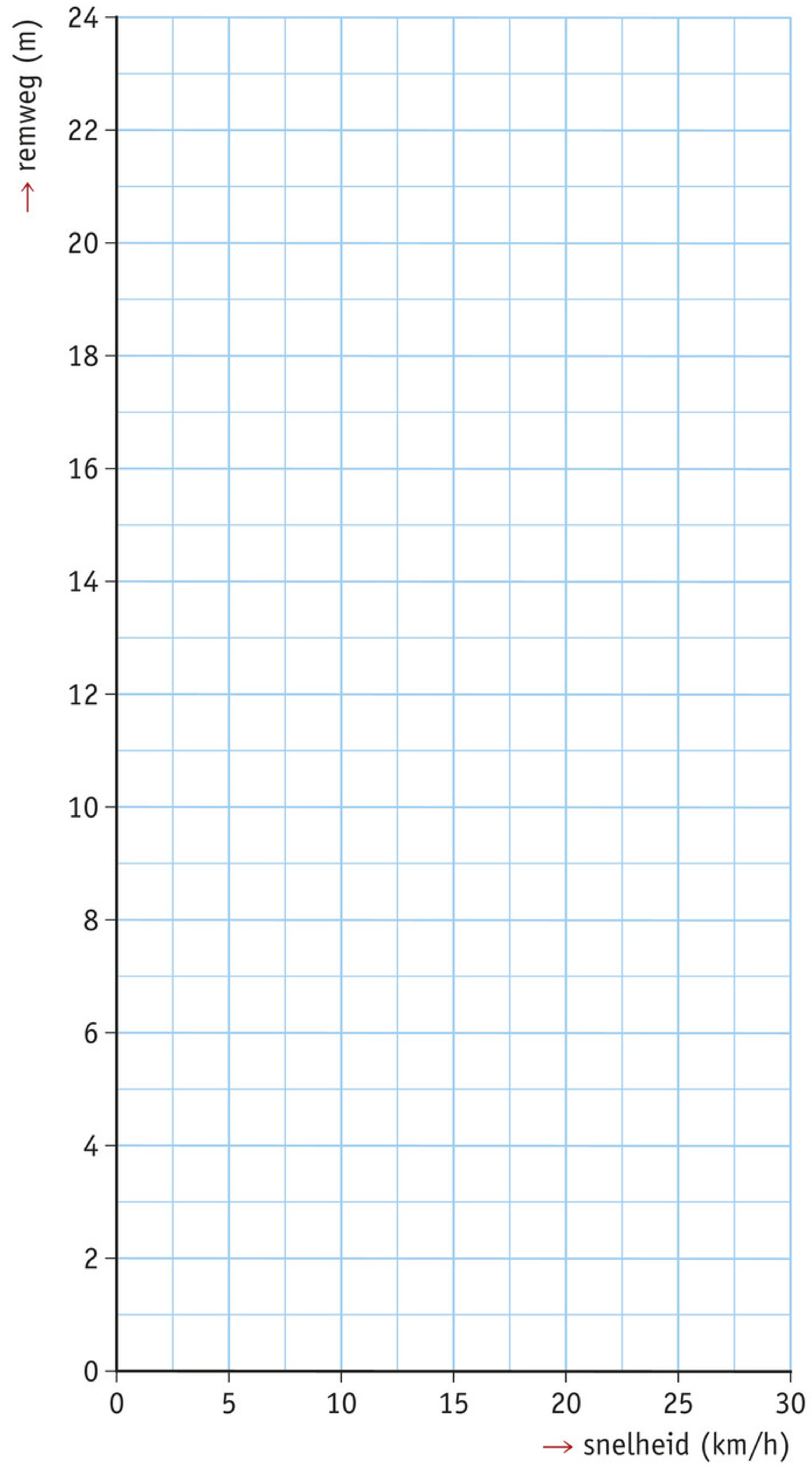
a Is de remweg bij elke snelheid even groot? *JA* / *NEE*

b Als de snelheid groot is, is de remweg *GROOT* / *KLEIN*.

c Teken in afbeelding 3 de grafiek van de proef. Gebruik de gegevens in tabel 2.

tabel 2 De resultaten van de remtest.

snelheid (km/h)	remweg (m)
0	0
5	0,6
10	2,4
15	5,3
20	9,7
25	15,0
30	22,0



afbeelding 3 De grafiek van de remweg van de fiets.

5 Margriet rijdt meestal alleen op haar scooter. Bij 25 km/h is de remweg van haar scooter 6 m.
Nu heeft Margriet haar zus Josette achterop. Haar snelheid is weer 25 km/h. Ze remt met dezelfde remkracht.
Wat is nu haar remweg?

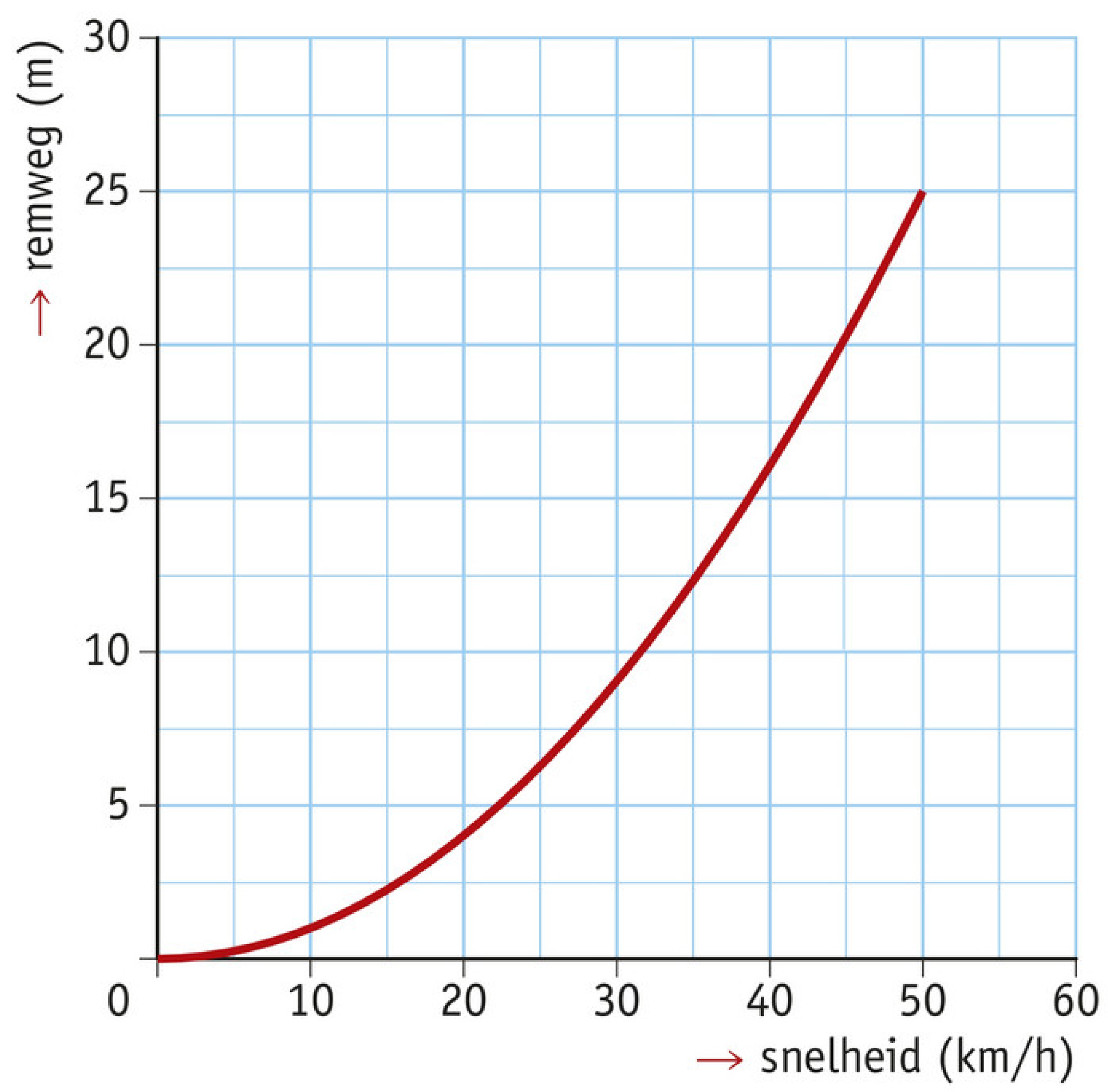
- ○ A Haar remweg is nu groter dan 6 m.
- ○ B Haar remweg is nu ook 6 m.
- ○ C Haar remweg is nu kleiner dan 6 m.

6 Met een scooter is een remtest gedaan. Van de metingen is een grafiek getekend (afbeelding 4).

a Hoe groot is de remweg als de snelheid 40 km/h is?

De remweg bij 40 km/h is .... m.

b Vul in tabel 3 de remweg in van de scooter bij verschillende snelheden in afbeelding 4.



afbeelding 4 De grafiek van de remweg van een scooter.

tabel 3 De remweg van de scooter bij verschillende snelheden.

snelheid (m/s)	remweg (m)
10	
20	
30	
40	
50	

7 Met een autobus is een remtest gedaan. De gegevens staan in tabel 4.

a Teken in afbeelding 5 de grafiek van de remweg van de autobus.

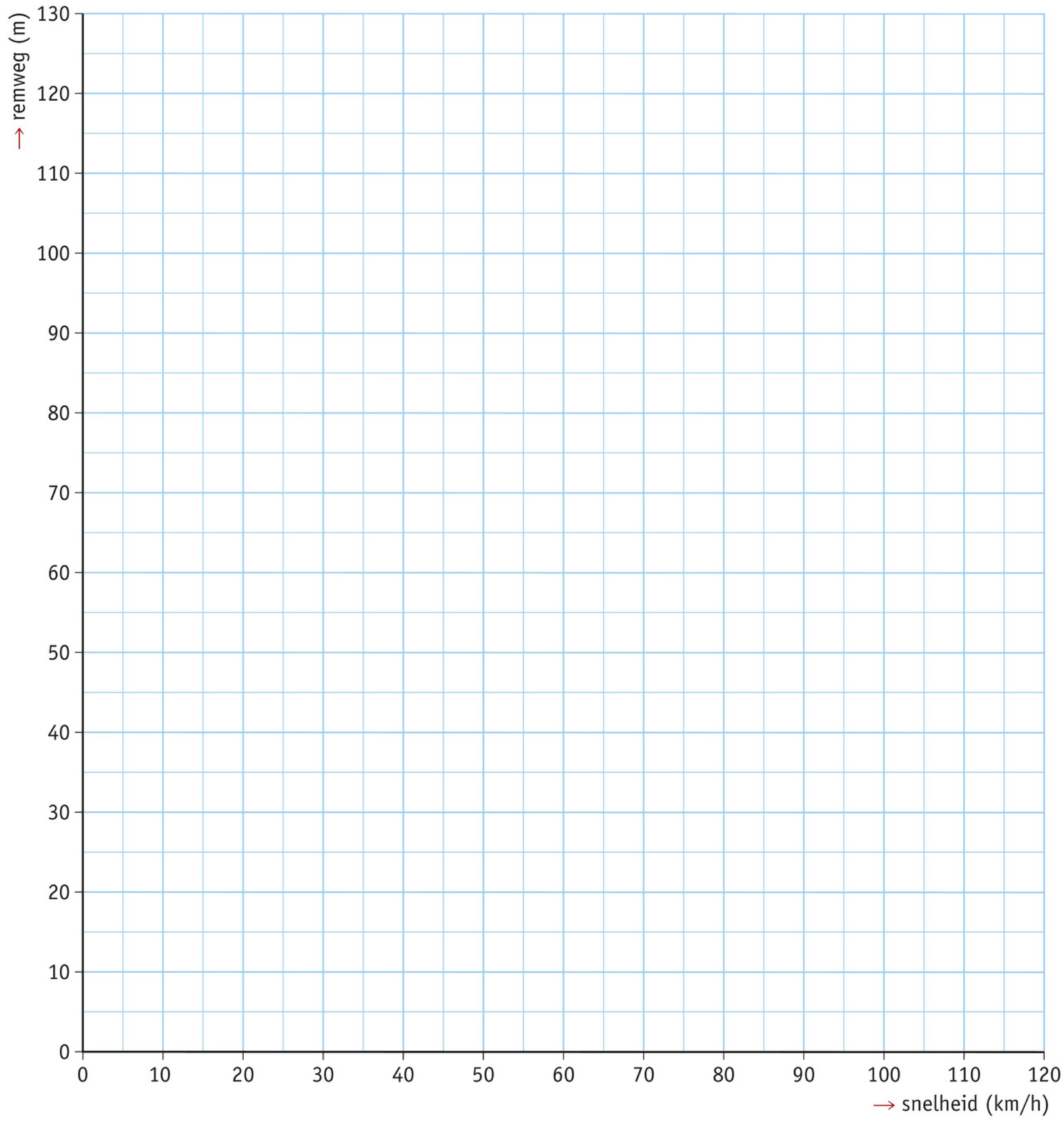
b Met de grafiek van afbeelding 5 kun je nu ook de remweg bij andere snelheden van de autobus aflezen.
Vul in tabel 5 de remweg in bij verschillende snelheden.

tabel 4 De gemeten snelheid en remweg van de autobus.

snelheid (km/h)	remweg (m)
0	0
20	4
40	14
60	31
80	55
100	86
120	124

tabel 5 De remweg van de autobus bij verschillende snelheden.

snelheid (m/s)	remweg (m)
30	
70	
110	



afbeelding 5 De grafiek van de remweg van de autobus.

BANDEN EN DE WEG

De snelheid, de massa en de remkracht zijn belangrijk voor de remweg. Maar er zijn nog meer dingen belangrijk. Dat zijn de banden en de weg.

Goede banden hebben een diep geribbeld oppervlakte. Deze geribbelde oppervlakte noem je het **profiel** (afbeelding 6). Een diep profiel geeft voldoende **wrijvingskracht** tussen de banden en de weg. Daardoor heeft het voertuig een goede wegligging en een korte remweg. In Nederland moet het profiel van autobanden minimaal 1,6 mm diep zijn. Maar een diepte van 2 mm of meer is veiliger.



afbeelding 6 Een goede band heeft een diep profiel.

De weg is soms nat door regen. De remweg is dan groter. Daarom moet je de snelheid aanpassen als het regent. Een diep profiel voert het regenwater snel af. De banden houden dan voldoende grip op de weg.

In de winter is het wegdek erg koud. Water kan erop vastvriezen. Het kan dan erg glad worden. De banden hebben dan weinig wrijvingskracht. De remweg wordt daardoor heel lang. Je moet dan langzaam rijden. Ook kun je winterbanden gebruiken. Winterbanden hebben een dieper profiel dan gewone banden. Het rubber van winterbanden blijft zachter bij lage temperatuur. Hierdoor vervormen de banden meer en houden de banden beter contact met het wegdek.

8 De snelheid, de massa en de remkracht zijn belangrijk voor de remweg. Noteer nog twee dingen die belangrijk zijn voor de lengte van de remweg.

- ....
- ....

9 Vul de juiste woorden in. Kies uit: *autobanden – profiel – temperatuur – wegdek – wegligging – winterbanden*.

Goede banden hebben een diep ....

Dat geeft voldoende wrijvingskracht tussen de banden en het ....

Daardoor heeft een voertuig een goede ....

In Nederland moet het profiel van .... minstens 1,6 mm zijn.

In koude tijden kun je gebruikmaken van ....

Het rubber van winterbanden blijft zachter bij een lage ....

Werken als apk-keurmeester — beroep



Wishal is apk-keurmeester. Dat werd hij niet zomaar. Wishal: “Ik heb de mbo-opleiding Autotechnicus (niveau 2) gedaan. Maar om apk-keurmeester te worden heb je een niveau 3-opleiding nodig. Ik was toen 25 en had geen zin meer om weer naar school te gaan.” Wishal heeft toen een ervaringscertificaat gehaald. Hiervoor moest hij zijn vaardigheden aantonen via een portfolio. Bij het samenstellen van het portfolio heeft hij begeleiding gekregen.

Als apk-keurmeester voert Wishal algemene periodieke keuringen uit op auto’s. Wishal: “Bij een apk-keuring kijk ik bijvoorbeeld naar de profieldiepte van de banden. Is het profiel niet diep genoeg, dan moet ik de auto afkeuren. De klanten zijn dan vaak niet blij, maar het is voor hun eigen veiligheid.”

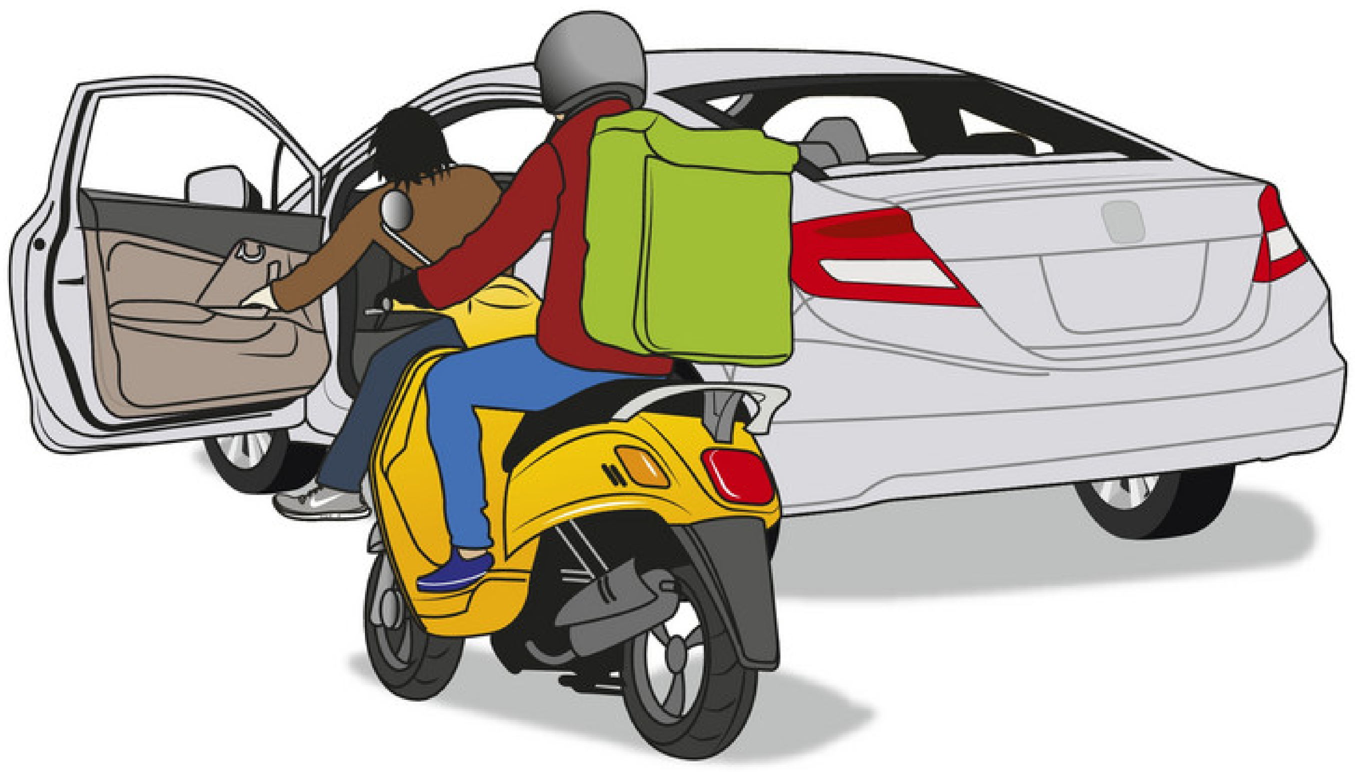
10 Lees de tekst ‘Werken als apk-keurmeester’.
Wanneer keurt een apk-keurmeester een auto af?

....

....

REACTIETIJD

Remco rijdt met zijn scooter langs een stilstaande auto (afbeelding 7). Plotseling gaat de deur van de auto open. Remco schrikt. Het duurt even voordat hij in zijn remmen knijpt. Dan remt hij zo hard mogelijk. Hij staat net op tijd stil. De **reactietijd** is de tijd tussen het moment dat je iets ziet en het moment dat je reageert. De gemiddelde reactietijd van mensen in het verkeer is ongeveer 1 s.



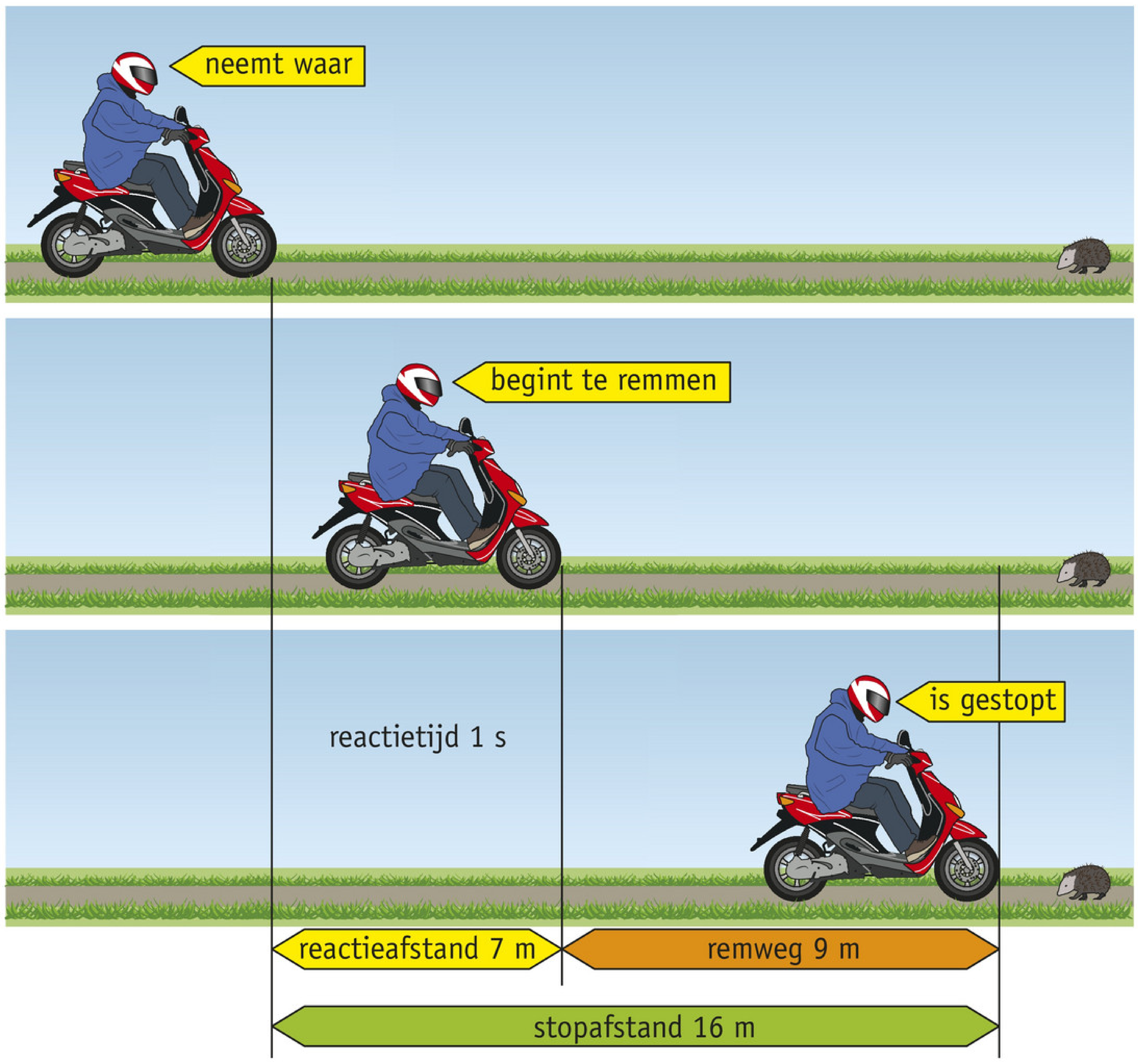
afbeelding 7 Remco staat net op tijd stil.

Niet iedereen reageert even snel. Er zijn verschillende redenen dat mensen minder snel reageren. Bijvoorbeeld:

- Ze letten niet goed op.
- Ze zijn moe.
- Ze hebben alcohol of drugs gebruikt.
- Ze zijn oud (oudere mensen reageren langzamer).

REACTIE-AFSTAND

Een scooter rijdt met een snelheid van 7 m/s over een weg. Plotseling steekt een egel de weg over (afbeelding 8). De bestuurder reageert zo snel mogelijk. Na 1 s begint hij te remmen. De reactietijd van de bestuurder is 1 s. Tijdens de reactietijd is de snelheid van de scooter 7 m/s. Hij legt nog een afstand af voordat de remmen gaan werken. De **reactie-afstand** is de afgelegde weg tijdens de reactietijd.



afbeelding 8 De reactietijd is 1 s.

De reactie-afstand bereken je met de formule:

reactie-afstand = snelheid × reactietijd

VOORBEELDOPDRACHT 1
De scooterrijder in afbeelding 8 rijdt 7 m/s. De reactietijd is 1,0 s.
Hoe groot is de reactie-afstand?

gegevens snelheid = 7 m/s
reactietijd = 1 s

gevraagd reactie-afstand = ? m

uitwerking reactie-afstand = snelheid × reactietijd
reactie-afstand = 7 × 1 = 7 m

De reactie-afstand is 7 m.

STOPAFSTAND

In afbeelding 8 is de reactie-afstand 7 m. Als de bestuurder gaat remmen, begint de remweg. Bij een snelheid van 7 m/s is de remweg 9 m. De **stopafstand** is de totale afstand die de bestuurder aflegt tot hij stilstaat.

De stopafstand bereken je met de formule:

stopafstand = reactie-afstand + remweg

VOORBEELDOPDRACHT 2
De reactie-afstand en remweg van een scooter zie je in afbeelding 8.
Bereken de stopafstand.

gegevens reactie-afstand = 7 m
remweg = 9 m

gevraagd stopafstand = ? m

uitwerking stopafstand = reactie-afstand + remweg
stopafstand = 7 m + 9 m = 16 m

De stopafstand is 16 m.

PROEF 1 REACTIETIJD METEN

15 minuten

Wat je nodig hebt

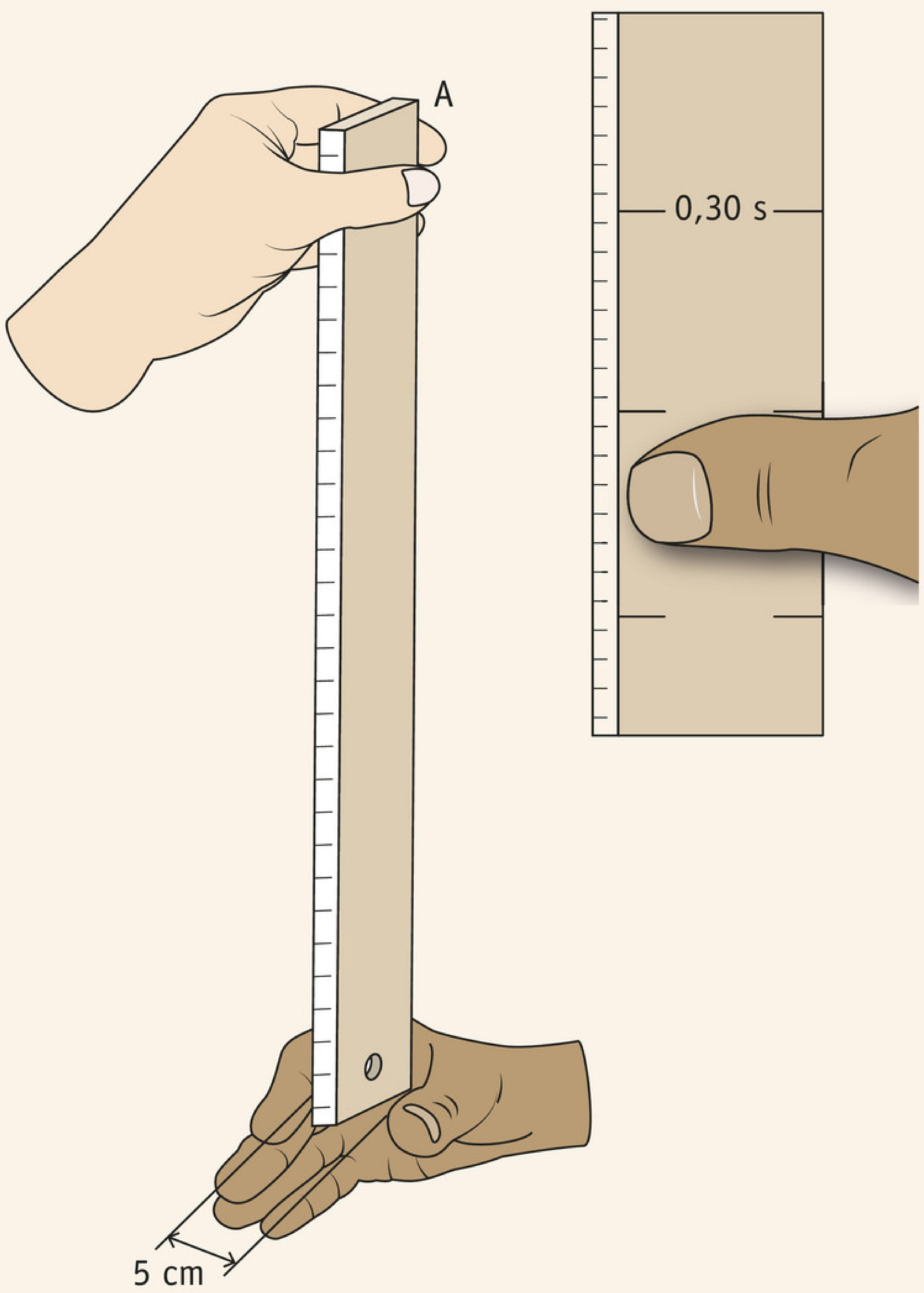
- ☐ liniaal van 30 cm
- ☐ schaar
- ☐ plakband
- ☐ werkblad met strook (krijg je van je leraar)

Uitvoering

Je doet de proef met twee personen.
Leerling A neemt de test af.
Leerling B is de proefpersoon.
Daarna neemt leerling B de test af en is leerling A de proefpersoon.

- Knip de strook uit het werkblad.
- Plak de strook op een lat van 50 cm.

- Ga allebei staan.
- Je houdt de lat vast bij A (afbeelding 9); dat is boven aan de lat.
- De proefpersoon houdt duim en wijsvinger 5 cm uit elkaar.
- Duim en wijsvinger zijn onder aan de lat bij het nul-streepje.
- Je laat de lat onverwacht los.
- De proefpersoon pakt de lat zo snel mogelijk vast met duim en wijsvinger.



afbeelding 9 Zo begin je proef 1.

1 Lees aan de bovenkant van de duim van de proefpersoon af hoe groot de reactietijd is.
Schrijf de reactietijd in tabel 6 van het boek van de proefpersoon.

tabel 6 De gemeten reactietijd.

testnummer	reactietijd (s)
1	
2	
3	

- Herhaal de proef nog twee keer.
- Vul in tabel 6 steeds de gemeten reactietijd in.

- Wissel van rol.
- Doe de test weer drie keer.
- Vul in tabel 6 de gemeten reactietijden in.

2 Je hebt drie keer de test gedaan.
Is je reactietijd steeds hetzelfde?
Mijn reactietijd is *WEL* / *NIET* steeds hetzelfde.

3 Tel de reactietijden in tabel 6 bij elkaar op. Gebruik hierbij je rekenmachine.

.... + ... +

.... = ... s

4 Noteer de uitkomst van opdracht 3 in de volgende formule. Deel daarna door 3.
Geef je antwoord met twee cijfers achter de komma.

.... s : 3 = ... s

5 Je hebt in opdracht 4 je gemiddelde reactietijd berekend.
Hoe groot is je gemiddelde reactietijd?

Mijn gemiddelde reactietijd is .... s.

6 Kijk naar het antwoord van je medeleerling.
Is jullie reactietijd hetzelfde?
Onze reactietijd is *WEL* / *NIET* hetzelfde.

- Nu gaan jullie de proef herhalen.
- Jullie zijn allebei een keer proefpersoon.
- Je moet nu tijdens de proef tegen de proefpersoon praten, waardoor hij wordt afgeleid.
- Meet weer drie keer de reactietijd van elke proefpersoon.
- Vul in tabel 7 de reactietijden van jezelf in.

tabel 7 De reactietijd als je wordt afgeleid.

testnummer	reactietijd (s)
1	
2	
3	

7 Tel de reactietijden in tabel 7 bij elkaar op. Gebruik hierbij je rekenmachine.

.... + ... +

.... = ... s

8 Noteer de uitkomst van opdracht 7 in de volgende formule. Deel daarna door 3. Geef je antwoord met twee cijfers achter de komma.

.... s : 3 = ... s

9 Hoe groot is nu je gemiddelde reactietijd?

Mijn gemiddelde reactietijd is nu .... s.

10 Wat voor invloed heeft het als je wordt afgeleid?

○ A Als je wordt afgeleid, is je reactietijd kleiner.
○ B Als je wordt afgeleid, is je reactietijd groter.
○ C Dat heeft geen invloed; je hebt altijd dezelfde reactietijd.

- Ruim alles netjes op.

11 De tijd die je nodig hebt voordat je reageert is de ....

12 Noteer vier redenen waardoor mensen minder snel reageren.

- ....
- ....
- ....
- ....

13 Wat gebeurt er met de snelheid van een auto tijdens de reactietijd?

○ A De snelheid wordt groter.
○ B De snelheid blijft gelijk.
○ C De snelheid wordt snel kleiner.

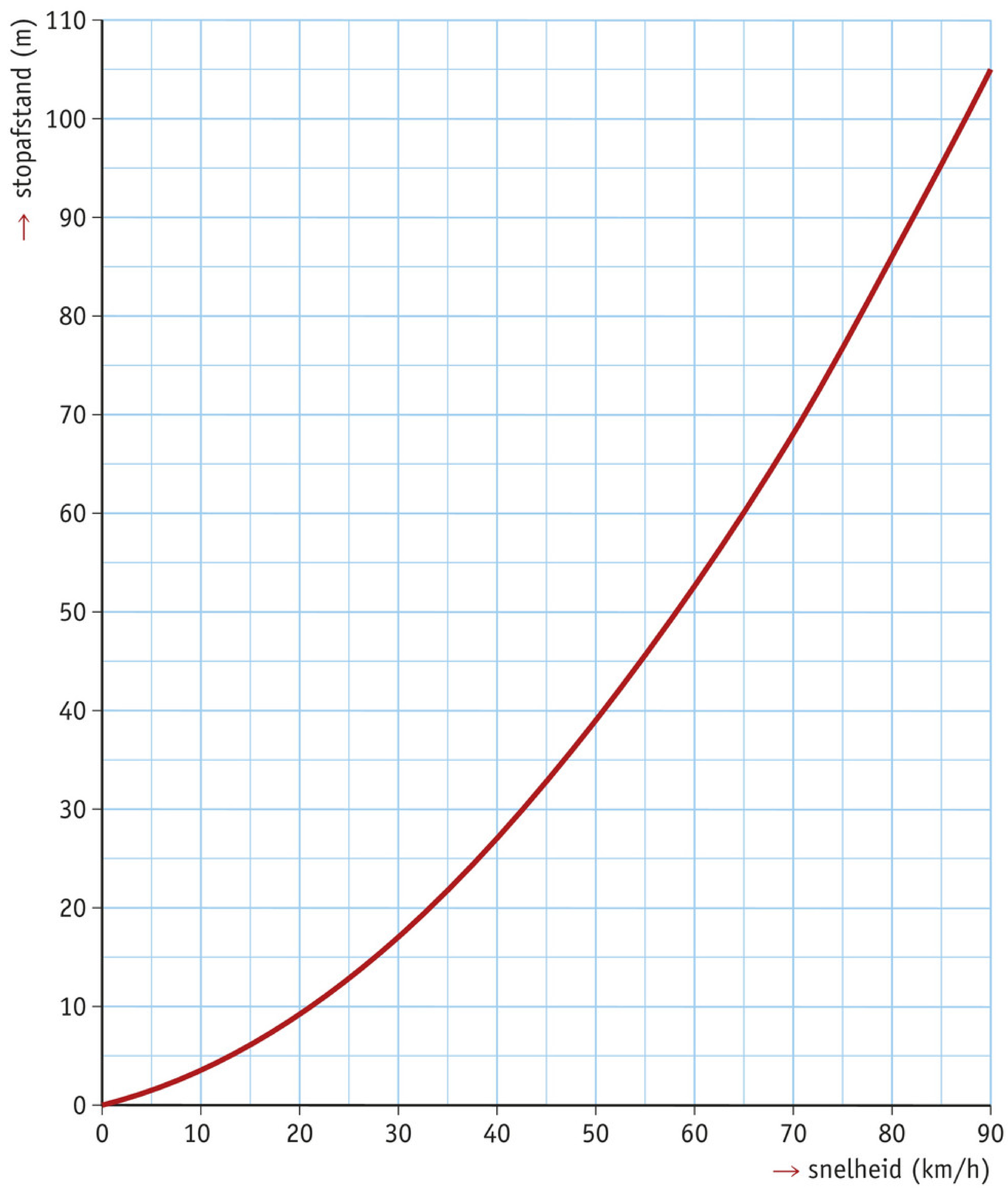
14 Wat wordt bedoeld met de reactie-afstand?

- ○ A Dat is de afstand die je aflegt tijdens het remmen.
- ○ B Dat is de afstand die je aflegt tijdens de reactietijd.
- ○ C Dat is de afstand die nodig is om te stoppen.

15 In afbeelding 10 staat de stopafstand van een vrachtauto bij verschillende snelheden.
Lees de stopafstand af uit afbeelding 10.
Vul in tabel 8 de stopafstanden in.

tabel 8 De stopafstand van een vrachtauto bij verschillende snelheden.

snelheid (km/h)	stopafstand (m)
30	
50	
70	
80	
90	



afbeelding 10 Stopafstand van een vrachtauto uitgezet tegen de snelheid.

16 Kees rijdt op zijn snorfiets met een snelheid van 27 km/h (7,5 m/s).

a Kees moet plotseling remmen. Zijn reactietijd is 1,2 s.
Laat met een berekening zien dat de reactie-afstand van Kees 9 m is.

gegevens snelheid = ...

reactietijd = ...

gevraagd reactie-afstand = ...

uitwerking reactie-afstand = ... × ....

reactie-afstand = ... × .... = ...

b De remweg van Kees is 12 m.
Bereken de stopafstand van Kees.

gegevens reactie-afstand = ...

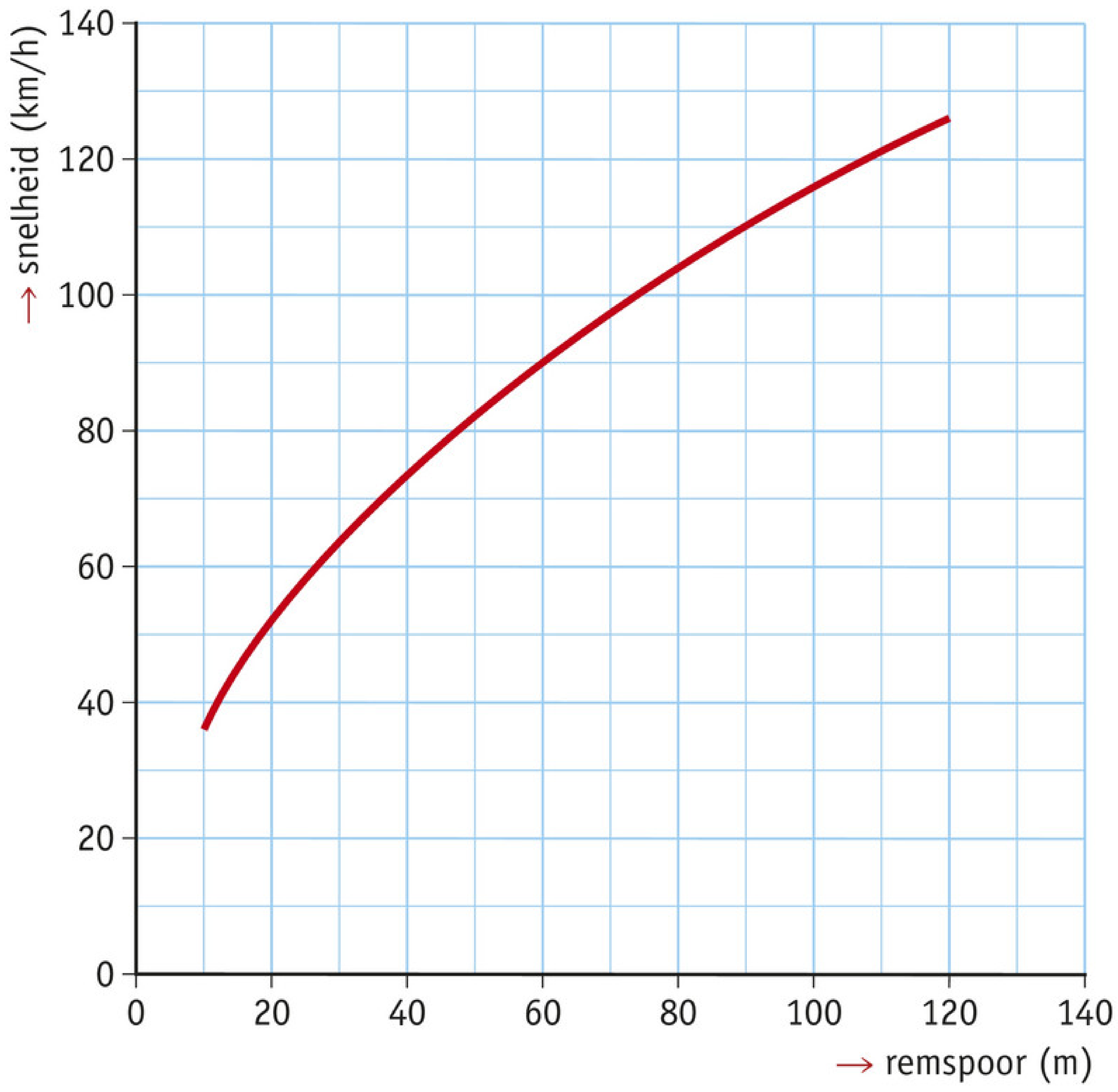
remweg = ...

gevraagd stopafstand = ...

uitwerking stopafstand = ... + ...

stopafstand = ... + ... = ...

17 De politie denkt dat een auto te snel gereden heeft bij een ongeluk. Daarom meet de politie het remspoor op van de auto. De lengte van het remspoor geeft een aanwijzing over hoe snel de auto gereden heeft.
In afbeelding 11 is een grafiek getekend van het remspoor van een personenauto bij verschillende snelheden.
Bij een ongeluk op een weg waar 60 km/h mag worden gereden, meet de politie het remspoor van een auto. Dat is 95 m lang.
Leg uit of de auto wel of niet te hard gereden heeft net voor het ongeluk.



afbeelding 11 Remspoor van een personenauto bij verschillende snelheden.

....

....

....

18 Je loopt op straat. Je ziet twee dezelfde vrachtauto's rijden. De ene vrachtauto is volgeladen met zand, de andere vrachtauto is leeg.
De vrachtauto's hebben dezelfde snelheid. De remmen van beide vrachtauto's werken even goed. De chauffeurs remmen allebei met dezelfde remkracht.
Welke vrachtauto heeft de grootste stopafstand?

○ A De lege vrachtauto heeft de grootste stopafstand.
○ B De volgeladen vrachtauto heeft de grootste stopafstand.
○ C De stopafstand van beide vrachtauto's is even groot.

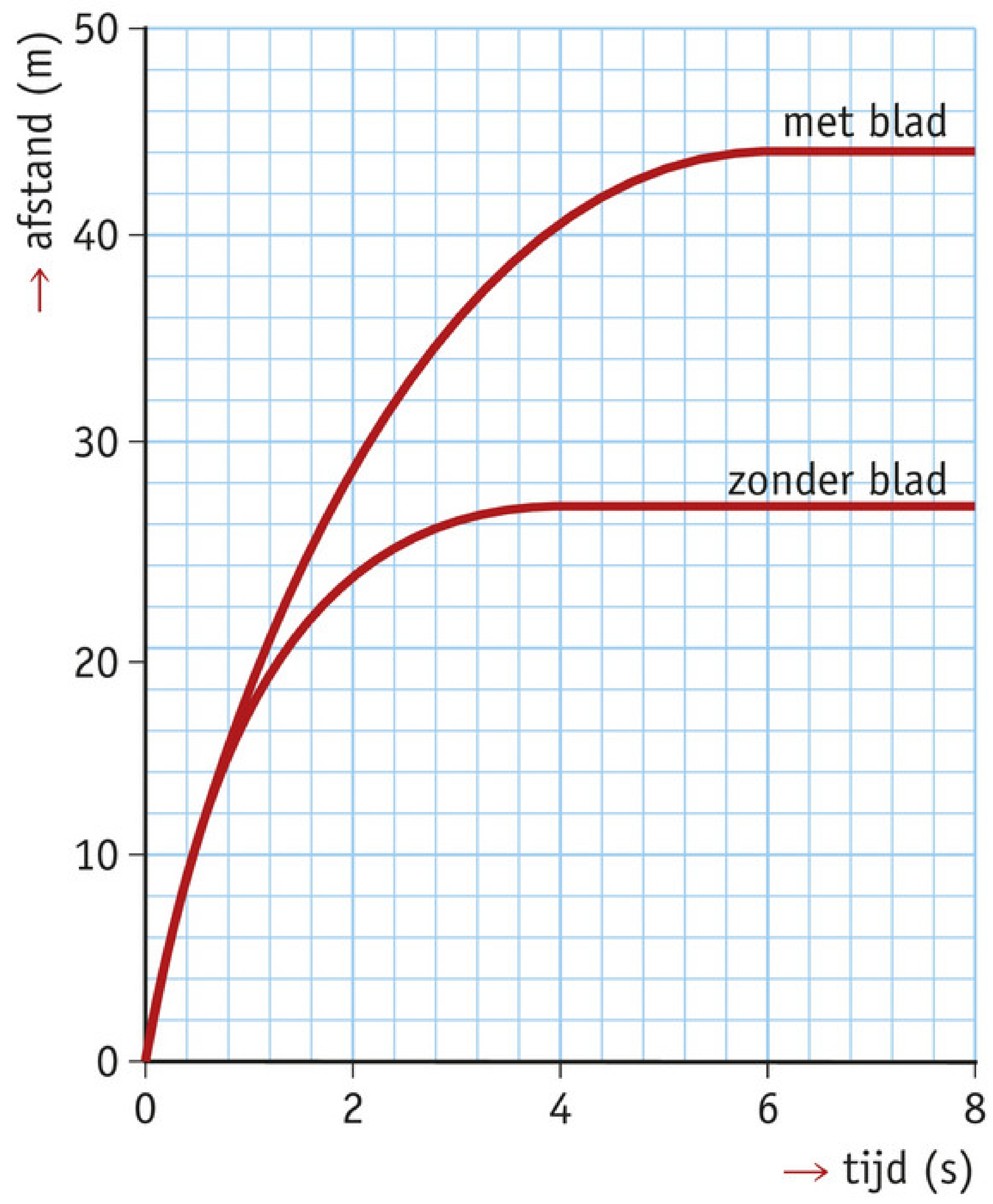
★ 19 In de herfst kunnen boombladeren op natte tramrails voor problemen zorgen.
Met blad op de rails is de remweg van een tram groter.
In afbeelding 12 zie je het afstand-tijddiagram tijdens het remmen met blad en zonder blad op de rails.

a Noteer de remtijd van de tram met blad op de rails.

....

b Wat is het verschil in remafstand tussen de tram met blad en zonder blad op de rails?

○ A 15 m
○ B 17 m
○ C 27 m
○ D 44 m



afbeelding 12 Remmen van een tram met en zonder blad op de rails.

naar: examen 2018-1

ONTHOUD

De remweg is de afstand die nodig is om af te remmen.
De remweg hangt af van:

- de snelheid
- de massa
- de remkracht
- het profiel van de banden
- het wegdek

De reactietijd is de tijd tussen het moment dat je iets ziet en het moment dat je reageert.
De gemiddelde reactietijd in het verkeer is 1 s.

De reactie-afstand is de afgelegde weg tijdens de reactietijd:
reactie-afstand = snelheid × reactietijd

De stopafstand is de reactie-afstand plus de remweg:
stopafstand = reactie-afstand + remweg

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

5 Veiligheid in het verkeer

LEERDOELEN

12.5.1 Je kunt uitleggen waarom er veiligheidsmaatregelen zijn in voertuigen.
12.5.2 Je kunt maatregelen beschrijven die ervoor zorgen dat de inzittenden van voertuigen minder snel afremmen na een botsing.
12.5.3 Je kunt maatregelen beschrijven die inzittenden van voertuigen direct beschermen tegen verwondingen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	12.5.1	12.5.2	12.5.3	12.4.5*
Onthouden		7ab	5, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
Begrijpen	1, 2, 19ac	3	6, 20	19b
Toepassen	19d	11b	9, 11a, 18, 22	
Analyseren		4	21, 23	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Je kunt altijd een ongeluk krijgen. Als je zelf voorzichtig rijdt, is er misschien iemand anders die niet oplet. Je kunt jezelf beschermen tegen verwondingen.

VEILIGHEIDSMAATREGELEN

Een auto die botst, staat bijna meteen stil. De kracht bij een botsing is hierdoor erg groot. De kracht op de mensen in de auto is ook erg groot. Die kracht op de inzittenden wordt kleiner als het langer duurt voordat de auto helemaal stilstaat na de botsing.

Veiligheidsmaatregelen in voertuigen beschermen de inzittenden tegen verwondingen. Zo zijn er veiligheidsmaatregelen die de tijd vergroten tot de auto helemaal stilstaat na een botsing. Zo wordt dus de kracht op de inzittenden verkleind. Andere maatregelen beschermen direct tegen verwondingen.

Er zijn verschillende veiligheidsmaatregelen voor auto's, motoren en scooters:
- kreukelzone (auto)
- veiligheidsgordel (auto)
- kooiconstructie (auto)
- hoofdsteun (auto)
- airbag (auto)
- helm (motor, scooter)

KREUKELZONE

Als een auto botst, wordt de voorkant van de auto vrij gemakkelijk in elkaar gedrukt (afbeelding 1). Dit gedeelte van de auto is de kreukelzone. Door de **kreukelzone** duurt het langer tot de auto helemaal stilstaat. Het duurt dan ook langer voordat de inzittenden van de auto 'stilstaan'. De klap is dan minder heftig. De mensen in de auto raken daardoor minder ernstig gewond. Een auto heeft ook aan de achterzijde een kreukelzone.



afbeelding 1 Alleen de kreukelzone van de auto is ingedeukt.

VEILIGHEIDSGORDEL

Een andere maatregel die ervoor zorgt dat inzittenden minder snel stilstaan, is de **veiligheidsgordel**. Dit is een brede band die ervoor zorgt dat je op je stoel blijft zitten tijdens een botsing. Zonder veiligheidsgordel zou je door de auto worden geslingerd.

Doordat de veiligheidsgordel een beetje uitrekt, wordt de tijd totdat de inzittenden stilstaan bij een botsing langer. De kracht op je lichaam wordt daardoor kleiner.

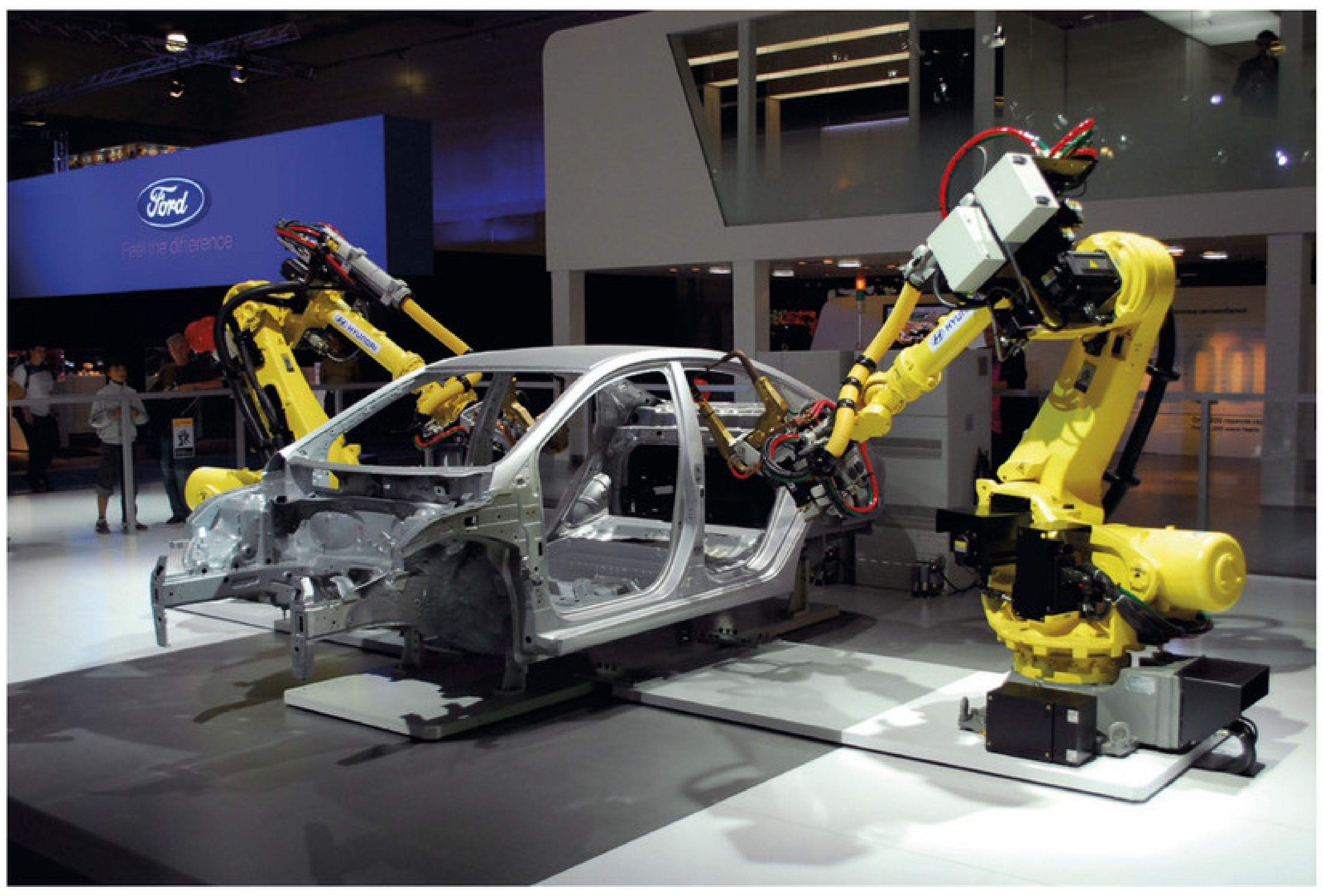
Iedereen in een auto is verplicht de veiligheidsgordel om te doen. Ook op de achterbank van de auto (afbeelding 2).



afbeelding 2 Ook op de achterbank is een veiligheidsgordel verplicht.

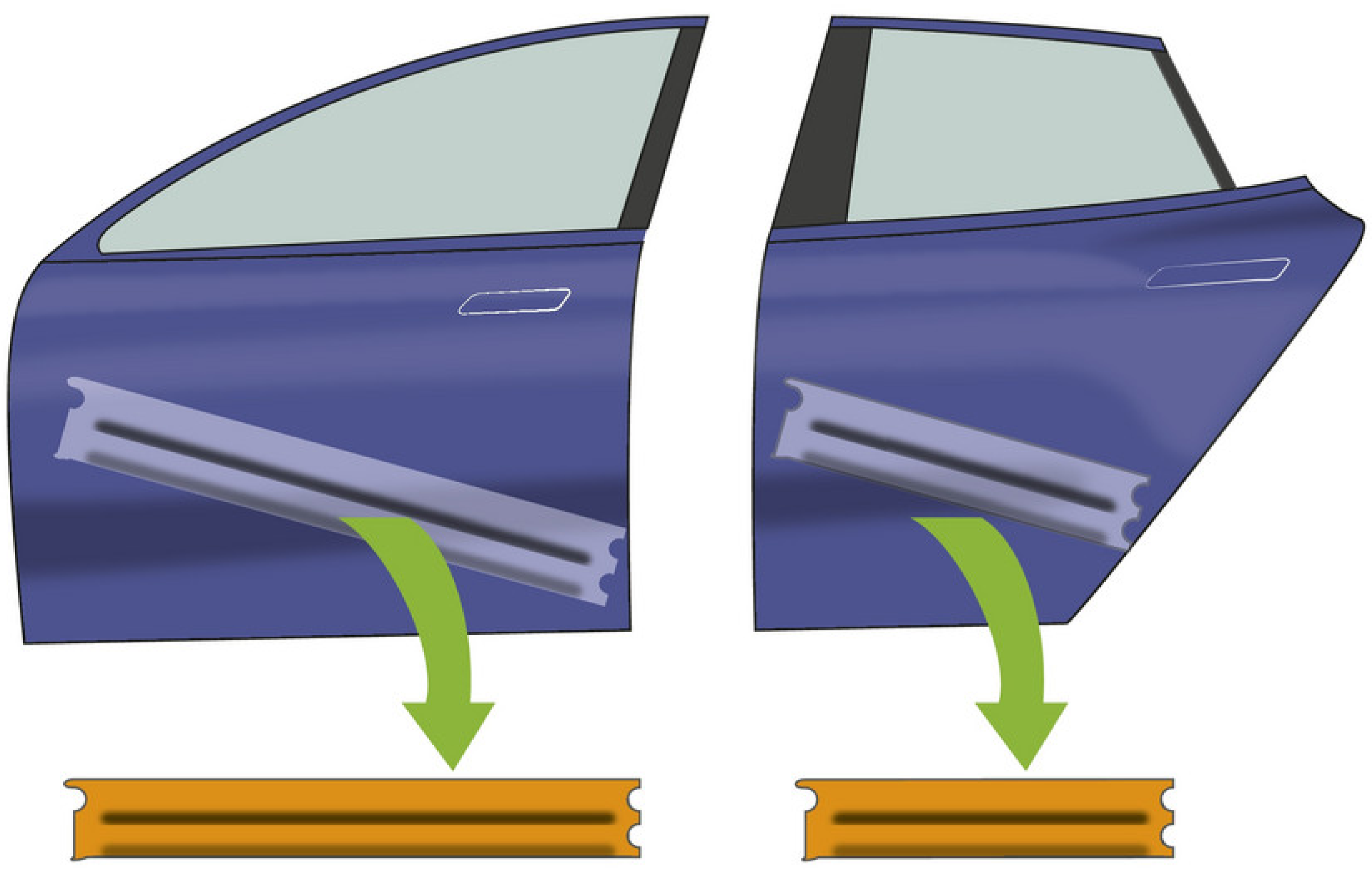
KOOICONSTRUCTIE

De kreukelzone van een auto deukt gemakkelijk in. De rest van de auto is juist gemaakt om zo stevig mogelijk te blijven. In de auto zit een **kooiconstructie** die is gemaakt van stalen balken (afbeelding 3). Bij een botsing met een snelheid tot 50 km/h vervormt de kooi niet. Bij een hogere snelheid vervormen de balken van de kooi wel, maar ze bieden nog steeds bescherming.



afbeelding 3 De auto is gebouwd rond een kooiconstructie.

In de deuren zitten balken (afbeelding 4). Deze sterke balken beschermen de inzittenden bij een botsing van opzij. De balken zijn een onderdeel van de kooiconstructie.



afbeelding 4 Balken in de deur beschermen bij een botsing van opzij.

PROEF 1 EEN KREUKELZONE ONTWERPEN

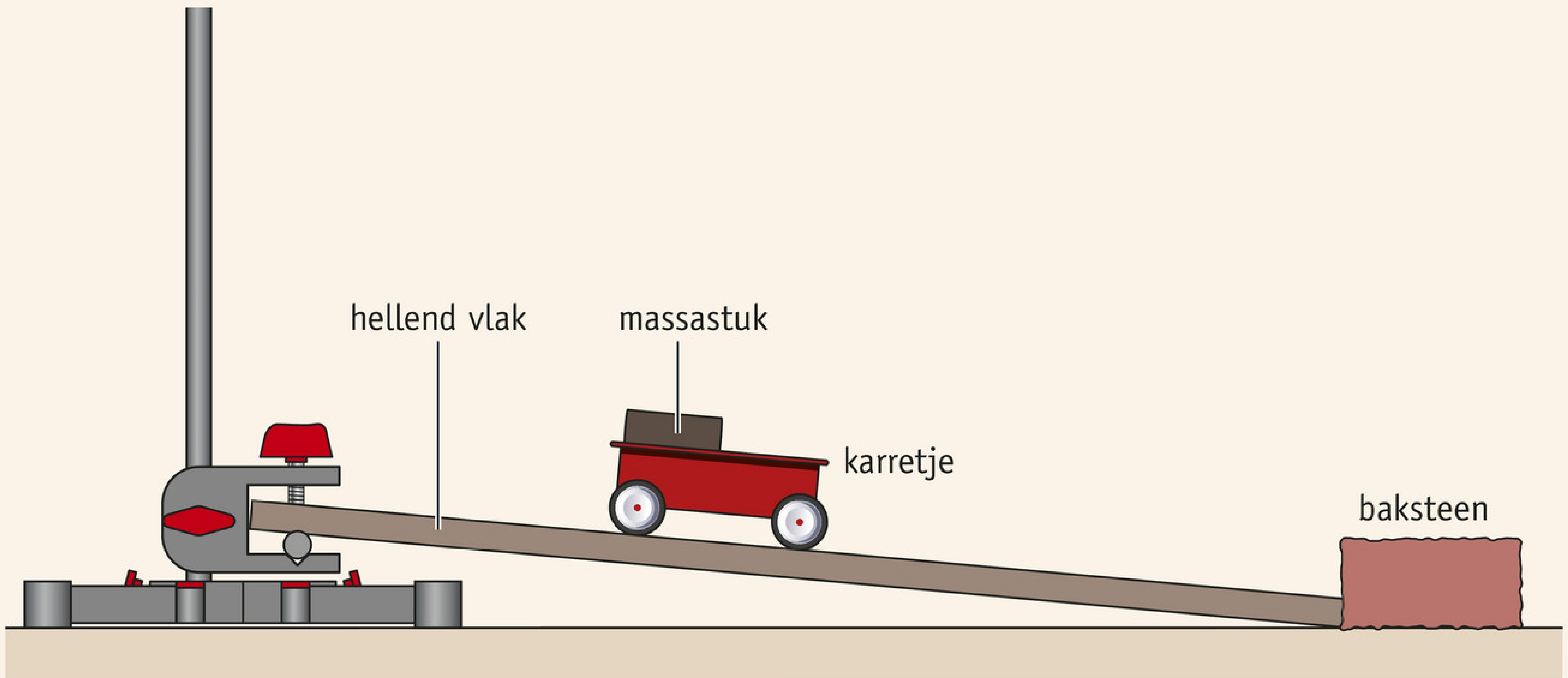
45 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ karretje met een vlakke bovenkant van minimaal 8 cm
- ☐ hellend vlak
- ☐ baksteen
- ☐ massastuk
- ☐ liniaal
- ☐ verschillende materialen (papier, karton, aluminiumfolie, plakband, enzovoort)

Uitvoeren en uitwerken

- Maak de opstelling van afbeelding 5.
- Leg het massastuk los op het karretje.
- Laat het karretje naar beneden rijden. Het botst nu tegen de baksteen.
- Meet hoeveel centimeter het massastuk verschoven is.
  Maak de hellingshoek kleiner als het massastuk meer dan 8 cm verschuift.
  Maak de hellingshoek groter als het massastuk minder dan 6 cm verschuift.
- Herhaal de proef tot de verschuiving uitkomt tussen de 6 en 8 cm.



afbeelding 5 De opstelling van proef 1.

1 Hoeveel centimeter is het massastuk verschoven?

Het massastuk is .... cm verschoven.

- Bedenk hoe je voor het karretje een kreukelzone kunt bouwen met de materialen.
- Bouw de kreukelzone.
- Test de kreukelzone uit door het karretje naar beneden te laten rijden.

2 Hoeveel centimeter is het massastuk verschoven met de kreukelzone?

Het massastuk is .... cm verschoven.

3 Is het massastuk minder ver verschoven door de kreukelzone?

....

4 Beschrijf hoe je je kreukelzone hebt gemaakt.

....

....

....

....

- Verbeter je ontwerp.
- Test de kreukelzone door het karretje naar beneden te laten rijden.

5 Hoeveel centimeter is het massastuk verschoven na de verbetering?

Het massastuk is .... cm verschoven.

6 Is het massastuk minder ver verschoven na de verbetering?

....

....

....

....

7 Beschrijf hoe je je kreukelzone hebt verbeterd.

....

....

....

- Ruim alles netjes op.

1 Waarom zitten er veiligheidsmaatregelen in voertuigen?

....

....

2 Ongelukken in het verkeer gebeuren elke dag.
Kunnen veiligheidsmaatregelen die in de auto zitten ongelukken voorkomen?
JA / *NEE*, want veiligheidsmaatregelen in de auto kunnen botsingen *WEL* / *NIET* voorkomen.

3 Wat is het voordeel van een kreukelzone van een auto?
Het duurt *KORTER* / *LANGER* voordat de auto helemaal stilstaat na een botsing.
De kracht op de inzittenden wordt hierdoor *GROTER* / *KLEINER*, waardoor de kans op zwaargewonden *GROTER* / *KLEINER* is.

4 Waarom heeft een auto aan de achterkant ook een kreukelzone?

....

....

5 Op welke plaats(en) in de auto is het dragen van autogordels verplicht?
○ A alleen op de bestuurdersplaats
○ B alleen op de plaatsen voor in de auto
○ C op alle plaatsen in de auto

6 Je zit in een auto die aan de voorkant botst op een andere auto.
Wat gebeurt er met je?
○ A Je schiet naar achteren.
○ B Je schiet naar voren.
○ C Je schuift opzij.

7 Een veiligheidsgordel rekt bij een botsing een beetje uit.
a Hierdoor duurt het *KORTER* / *LANGER* voordat de inzittende stilstaat.
b De kracht op de inzittende wordt daardoor *GROTER* / *KLEINER*.

8 Wat is het doel van een kooiconstructie?

....

9 Waar zit de kooiconstructie van een auto?

....

10 Waarvoor zijn de balken in de deuren van een auto bedoeld?

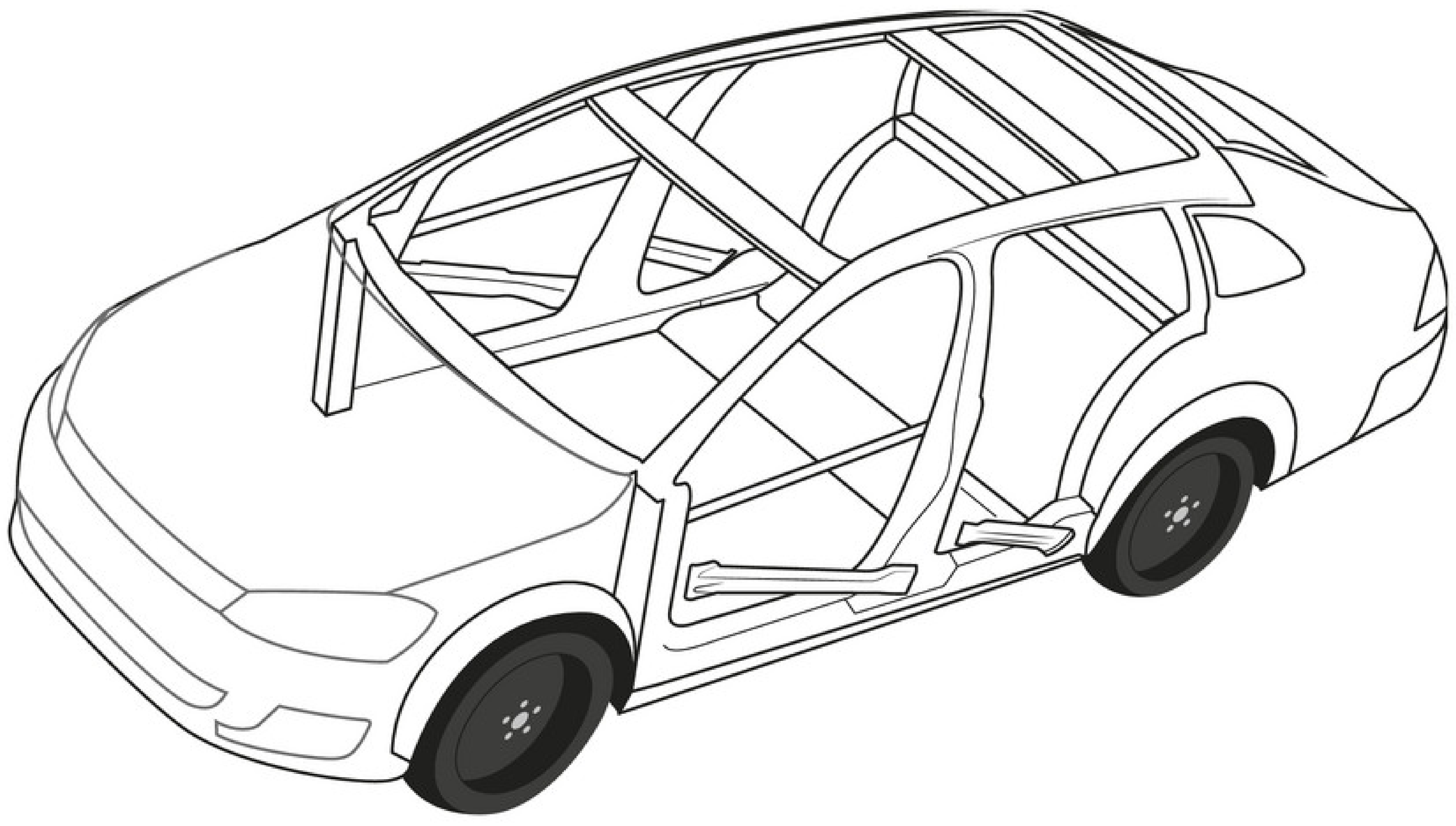
....

....

11 In afbeelding 6 zie je een tekening van een auto.

a Kleur in de afbeelding de kooiconstructie blauw.

b Kleur in de afbeelding de kreukelzones rood.



afbeelding 6 Kooiconstructie en kreukelzones in een auto.

HOOFDSTEUN

Als een auto van achteren wordt aangereden, klapt het hoofd van de bestuurder achterover. Daarom zit er een **hoofdsteun** op de stoel (afbeelding 7). Die houdt het hoofd tegen. De hoofdsteun voorkomt dat de nekwervels beschadigd raken. De hoofdsteun staat op de juiste hoogte als de bovenkant gelijk is met de bovenkant van je hoofd.



afbeelding 7 De hoofdsteun voorkomt beschadiging van de nek.

AIRBAG

De **airbag** is een soort stevige ballon die automatisch snel opblaast bij een botsing. De airbag zit in het stuur of in het dashboard van de auto (afbeelding 8). De airbag vangt het hoofd op bij een botsing van voren. Er zijn ook airbags die aan de zijkant van de stoelen zitten. Die blazen op bij een botsing van opzij. Bij een botsing wordt een airbag in ongeveer 0,02 s opgeblazen.

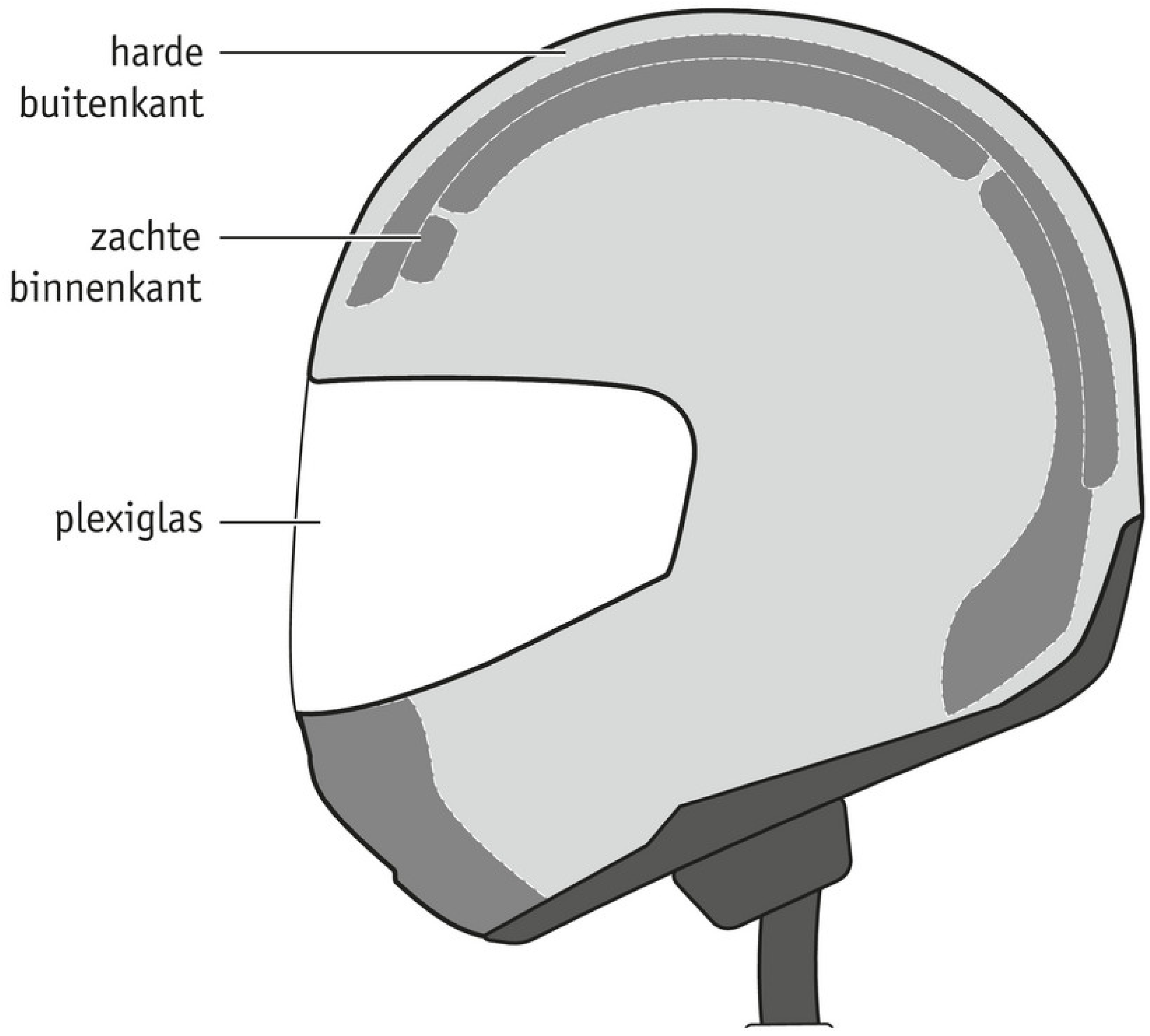


afbeelding 8 Een airbag vangt het hoofd op bij een botsing.

VEILIGHEIDSHELM

Een veiligheidshelm is verplicht op de motor en de scooter. Een goede **veiligheidshelm** beschermt je hoofd tegen ernstige verwondingen (afbeelding 9). Een goede veiligheidshelm heeft:

- een harde buitenkant die beschermt tegen harde en scherpe voorwerpen;
- een zachte binnenkant om de schok op te vangen;
- een plexiglas venster dat niet kan breken;
- een stevige band onder de kin.



afbeelding 9 Een goede veiligheidshelm is onmisbaar op de motor en scooter.

12 Wanneer blaast de airbag van een auto op?

....

13 Hoelang duurt het opblazen van een airbag ongeveer?

○ A 0,005 s
○ B 0,02 s
○ C 0,04 s
○ D 0,2 s

14 De auto van Sam heeft een airbag. De airbag zit in het stuur.
Welk lichaamsdeel van Sam wordt bij een botsing beschermd door de airbag?

....

15 Waarom zitten er hoofdsteunen voorin een auto?

○ A Met hoofdsteunen heb je minder last van passagiers achterin.
○ B Hoofdsteunen houden je hoofd tegen als je van achteren wordt aangereden.
○ C Hoofdsteunen beschermen je voorhoofd als je achterin zit bij een botsing.

16 Wat kan er bij een botsing gebeuren als je geen hoofdsteunen hebt?

○ A Je kunt je achterhoofd verwonden.
○ B Je kunt je nekwervels verwonden.
○ C Je kunt je voorhoofd verwonden.

17 Op welke zitplaatsen in de auto heb je een hoofdsteun nodig?

○ A alleen achter in de auto
○ B alleen voor in de auto
○ C op alle plaatsen in de auto

18 Waardoor is rijden op een scooter gevaarlijker dan rijden in een auto?

○ A Scooters hebben geen veiligheidsconstructies.
○ B Scooters rijden altijd harder dan auto's.
○ C Scooters rijden te langzaam.
○ D Scooterrijders hoeven geen verkeersregels te kennen.

19 Christ vindt dat zijn scooter te langzaam rijdt. Daarom laat hij de motor opvoeren.
De scooter rijdt nu een stuk sneller.
Mag Christ zijn motor opvoeren?

a Opvoeren van een motor is *WEL* / *NIET* toegestaan.
b De stopafstand wordt *WEL* / *NIET* groter als hij sneller rijdt.
c Door de grotere snelheid heeft hij *MEER* / *MINDER* kans op ongelukken.
d Bij een ongeluk heeft hij *MEER* / *MINDER* kans om ernstig gewond te raken.

20 Welk voordeel heeft het dragen van een veiligheidshelm op een scooter?

Bij een val worden de krachten op je hoofd ....

21 Waarom hoeven berijders van een elektrische snorfiets geen helm te dragen?

- ○ A Berijders van snorfietsen kunnen niet vallen.
- ○ B Berijders van snorfietsen letten beter op.
- ○ C Bij gevaar staat een snorfiets direct stil.
- ○ D De snelheid van een snorfiets is niet zo groot.

22 Sandy doet mee aan een antislipcursus. Een van de onderdelen van de cursus is het maken van een noodstop.
Welke van de volgende veiligheidsvoorzieningen beschermt Sandy tijdens de noodstop?

- ○ A airbag
- ○ B hoofdsteun
- ○ C kooiconstructie
- ○ D kreukelzone
- ○ E veiligheidsgordel

23 Fietsers hoeven in Nederland geen veiligheidshelm te dragen.
Vind jij dat fietsers een veiligheidshelm zouden moeten dragen?
Ik vind dat fietsers *WEL* / *GEEN* veiligheidshelm moeten dragen, omdat

....

....

....

....

ONTHOUD

In het verkeer zijn er verschillende veiligheidsmaatregelen.
De veiligheidsmaatregelen beschermen de inzittenden bij een botsing door:

- de tijd totdat een voertuig stilstaat na een botsing langer te maken;
- te beschermen tegen directe verwondingen.

Er zijn veiligheidsmaatregelen voor auto's, motoren en scooters:

- veilige snelheid (auto, motor, scooter)
- kreukelzone (auto)
- veiligheidsgordel (auto)
- hoofdsteun (auto)
- kooiconstructie (auto)
- airbag (auto)
- helm (motor, scooter)

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

Leerstofoverzicht

12.1 KRACHTEN OP VOERTUIGEN

ONTHOUD

- Voertuigen bewegen door de aandrijfkracht (of stuwkracht).
- De beweging van een voertuig wordt langzamer door tegenwerkende krachten.
- Tegenwerkende krachten op voertuigen zijn:
  - remkracht
  - luchtwrijving
  - rolwrijving
- De nettokracht is het totaal van alle krachten.
- Krachten kun je berekenen:
  - Krachten die in dezelfde richting werken, tel je bij elkaar op.
  - Krachten die in tegengestelde richting werken, trek je van elkaar af.

BEGRIPPEN

aandrijfkracht
De kracht waardoor een voertuig vooruitgaat.

luchtweerstand
Andere naam voor luchtwrijving.

luchtwrijving
De tegenwerkende kracht van de lucht op een rijdend voertuig.

nettokracht
Het totaal van alle krachten.

remkracht
Om een voertuig af te remmen is remkracht nodig.

rolwrijving
Kracht die ontstaat doordat de banden en de ondergrond waarop de banden rijden vervormen.

stuwkracht
Ander woord voor aandrijfkracht.

tegenwerkende kracht
Kracht die werkt tegen de bewegingsrichting in van een voertuig.

12.2 SNELHEID

ONTHOUD

- Als je de snelheid en de tijd weet, kun je de afstand uitrekenen:
  afstand = snelheid × tijd
- Als je de afstand en de snelheid weet, kun je de tijd uitrekenen:
  tijd = afstand : snelheid
- In het verkeer reken je met de gemiddelde snelheid:
  gemiddelde snelheid = afstand : tijd
- De eenheden van snelheid zijn:
  - kilometer per uur (km/h)
  - meter per seconde (m/s)
- Snelheid kun je omrekenen.
  - Van m/s naar km/h vermenigvuldigen met 3,6.
  - Van km/h naar m/s delen door 3,6.

BEGRIPPEN

afgelegde weg
Andere naam voor afstand.

gemiddelde snelheid
Afstand die je in een bepaalde tijd aflegt. Hierbij houd je rekening met versnellen, vertragen en stilstaan tijdens een rit.

snelheid
Afstand die je in een bepaalde tijd aflegt.

12.3 SOORTEN BEWEGING

ONTHOUD

- Van een beweging kun je een afstand-tijddiagram tekenen.
- Op de horizontale as staat de tijd, op de verticale as de afstand.
- Aan de vorm van de grafiek kun je de soort beweging herkennen in het afstand-tijddiagram:
  - Bij een versnelde beweging is de grafiek een stijgende lijn die steeds steiler gaat lopen.
  - Bij een beweging met constante snelheid is de grafiek een stijgende rechte lijn.
  - Bij een vertraagde beweging is de grafiek een stijgende lijn die steeds minder steil gaat lopen.
  - Als een voorwerp niet beweegt, is de grafiek een horizontale lijn.
- Kenmerken van het snelheid-tijddiagram
  Versnelde beweging:
  - Het snelheid-tijddiagram is een stijgende lijn.

  Beweging met constante snelheid:
  - Het snelheid-tijddiagram is een horizontale lijn.

  Vertraagde beweging:
  - Het snelheid-tijddiagram is een dalende lijn.

  Stilstaan:
  - Het snelheid-tijddiagram is een horizontale lijn op de x-as.
- Kenmerken van de nettokracht
  Versnelde beweging:
  - De nettokracht werkt in de rijrichting.

  Beweging met constante snelheid:
  - De nettokracht is 0 N.

  Vertraagde beweging:
  - De nettokracht werkt tegen de rijrichting in.

  Stilstaan:
  - De nettokracht is 0 N.

BEGRIPPEN

afstand-tijddiagram
Diagram waarbij de horizontale as de tijd-as is en de verticale as de afstand-as is.

snelheid-tijddiagram
Diagram waarbij de horizontale as de tijd-as is en de verticale as de snelheid-as is.

versnelde beweging
Beweging waarvan de snelheid toeneemt.

vertraagde beweging
Beweging waarvan de snelheid afneemt.

12.4 STOPAFSTAND

ONTHOUD

- De remweg is de afstand die nodig is om af te remmen.
- De remweg hangt af van:
  - de snelheid
  - de massa
  - de remkracht
  - het profiel van de banden
  - het wegdek
- De reactietijd is de tijd tussen het moment dat je iets ziet en het moment dat je reageert.
- De gemiddelde reactietijd in het verkeer is 1 s.
- De reactie-afstand is de afgelegde weg tijdens de reactietijd:
  reactie-afstand = snelheid × reactietijd
- De stopafstand is de reactie-afstand plus de remweg:
  stopafstand = reactie-afstand + remweg

BEGRIPPEN

profiel
Geribbelde oppervlakte van een band.

reactie-afstand
Afstand die een voertuig aflegt tijdens de reactietijd.

reactietijd
Tijd tussen het zien van het gevaar en het intrappen of inknijpen van de remmen.

remweg
Afstand die een voertuig tijdens het remmen aflegt.

stopafstand
Totale afstand die een voertuig nodig heeft om tot stilstand te komen.

wrijvingskracht
Kracht die aanwezig is als twee oppervlakken over elkaar schuiven of willen gaan schuiven.

12.5 VEILIGHEID IN HET VERKEER

ONTHOUD

- In het verkeer zijn er verschillende veiligheidsmaatregelen.
- De veiligheidsmaatregelen beschermen de inzittenden bij een botsing door:
  - de tijd totdat een voertuig stilstaat na een botsing langer te maken;
  - te beschermen tegen directe verwondingen.
- Er zijn veiligheidsmaatregelen voor auto's, motoren en scooters:
  - veilige snelheid (auto, motor, scooter)
  - kreukelzone (auto)
  - veiligheidsgordel (auto)
  - hoofdsteun (auto)
  - kooiconstructie (auto)
  - airbag (auto)
  - helm (motor, scooter)

BEGRIPPEN

airbag
Luchtkussen in het stuur of dashboard van een auto dat snel wordt opgeblazen bij een botsing.

hoofdsteun
Steun die op een autostoel is bevestigd om je hoofd en je nek te beschermen bij een botsing van achteren.

kooiconstructie
Versteviging van een auto met stalen balken.

kreukelzone
Deel van een auto dat gemakkelijk in elkaar gedrukt wordt bij een botsing. Hierdoor wordt de auto afgeremd. De remkracht op de inzittenden wordt dan kleiner.

veiligheidsgordel
Brede band in een auto die je omdoet en die ervoor zorgt dat je op je stoel blijft zitten bij een botsing.

veiligheidshelm
Helm die het hoofd beschermt van motorrijders en scooterbestuurders bij een botsing.

Ga naar de *Flitskaarten*.

Examentraining B

EXAMEN DOEN
Binnenkort is het zover. Dan doe je examen in Nask 1. Het is belangrijk om je goed voor te bereiden. Dan heb je de meeste kans om te slagen. In deze examentraining oefen je met een 'echt' examen. Of bijna echt, want je oefent op papier en het echte examen maak je op de computer.

EXAMEN DOEN





1 Hoe doe je examen?

In de examentraining van deel 4A ging je aan de slag met examenvaardigheden. Dat zijn speciale vaardigheden die je nodig hebt om het examen Nask1 te kunnen maken.

In dit deel 4B ga je examenopdrachten maken. Ook krijg je uitleg over het examen en over bijzondere soorten opdrachten die in het examen staan. Als je deze onderdelen hebt doorgewerkt, kun je een proefexamen maken.

Maar wat weet je nu eigenlijk al over examen doen? Maak de volgende vragen voor een eerste indruk.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Je hebt veel geoefend met Binas in leerjaar 3 en 4.
Op je eindexamen mag je *WEL* / *NIET* je Binas gebruiken.

2 Bij Nask1 moet je veel berekeningen maken.
Op je eindexamen mag je *WEL* / *NIET* je eigen rekenmachine gebruiken.

3 Wat mag je altijd meenemen naar je examen?

- ○ A een flesje water
- ○ B een koekje
- ○ C een passer

4 Over welke onderwerpen van natuurkunde gaat het centraal examen?

....

2 Het examen

In de boeken van Nova Nask1 vind je alle leerstof en samenvattingen van alle leerstof. In de examentraining neem je niet alle leerstof opnieuw door. Je krijgt ook geen samenvatting van de leerstof. Niet elk onderwerp komt in het centraal examen aan bod.
De onderwerpen van het centraal examen zijn:

- elektriciteit
- geluid
- stoffen
- krachten
- beweging

BEGIN VAN HET EXAMEN

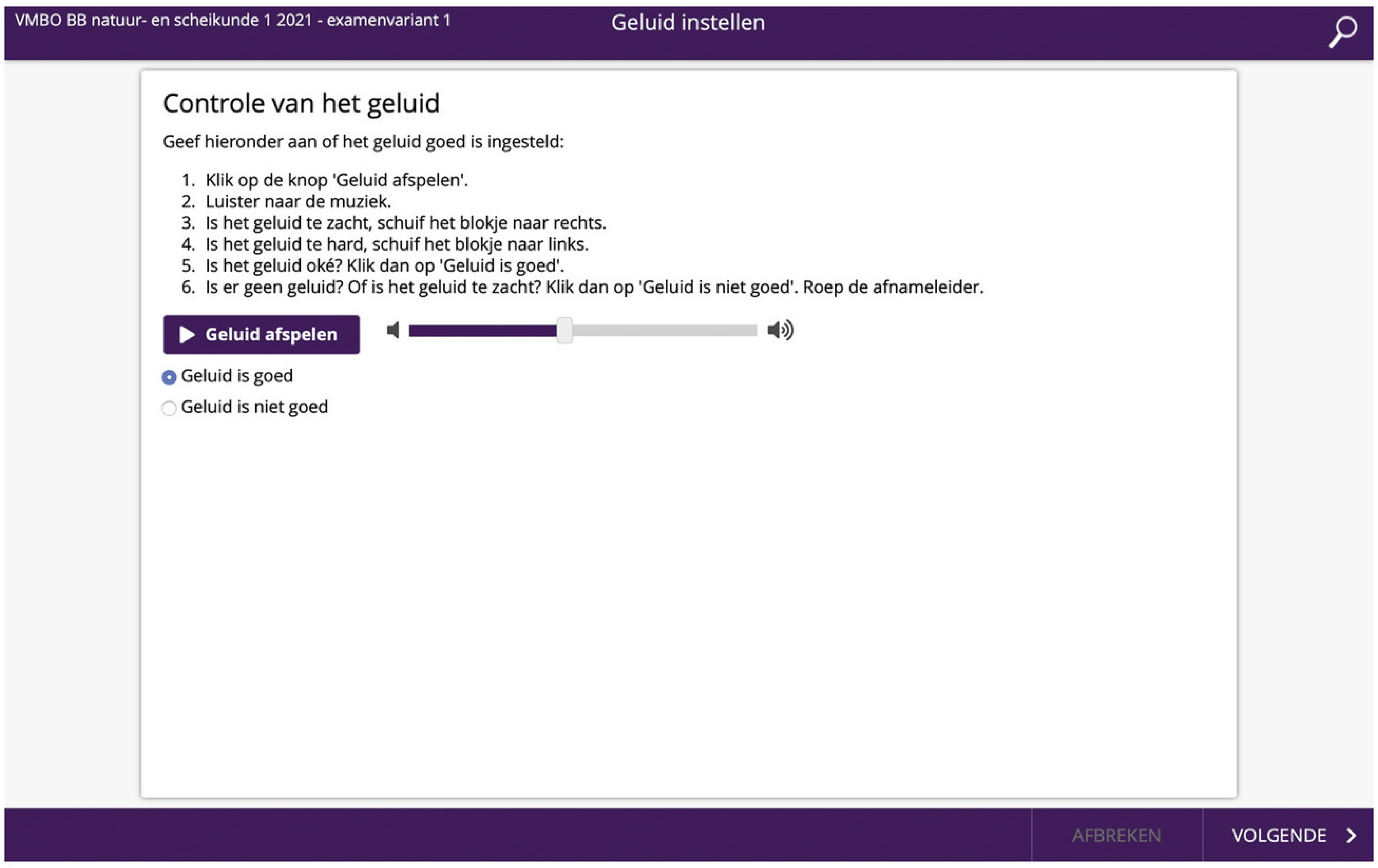
Voor Nask1 maak je je examen online. Je gebruikt daarvoor een computer van school. Het programma waarin je je examen maakt, heet FACET.
Op oefenen.facet.onl kun je online oefenexamens maken.

Op het examen mag je verschillende hulpmiddelen gebruiken. De belangrijkste zijn: kladpapier, pennen, potloden, een gum, een geodriehoek, een passer, een rekenmachine en het Binas informatieboek vmbo-basis tweede editie. Je mag ook een woordenboek Nederlands meenemen. Voor die hulpmiddelen gelden regels. In je Binas mag bijvoorbeeld geen extra informatie geschreven staan. Je leraar kan je vertellen wat wel mag en wat niet.

Als je met je examen begint, zie je op het computerscherm een overzicht met je persoonlijke gegevens. Controleer dan of je naam juist geschreven is. Ook moet je controleren of de andere gegevens kloppen. Klopt er iets niet, meld dit dan bij je leraar.

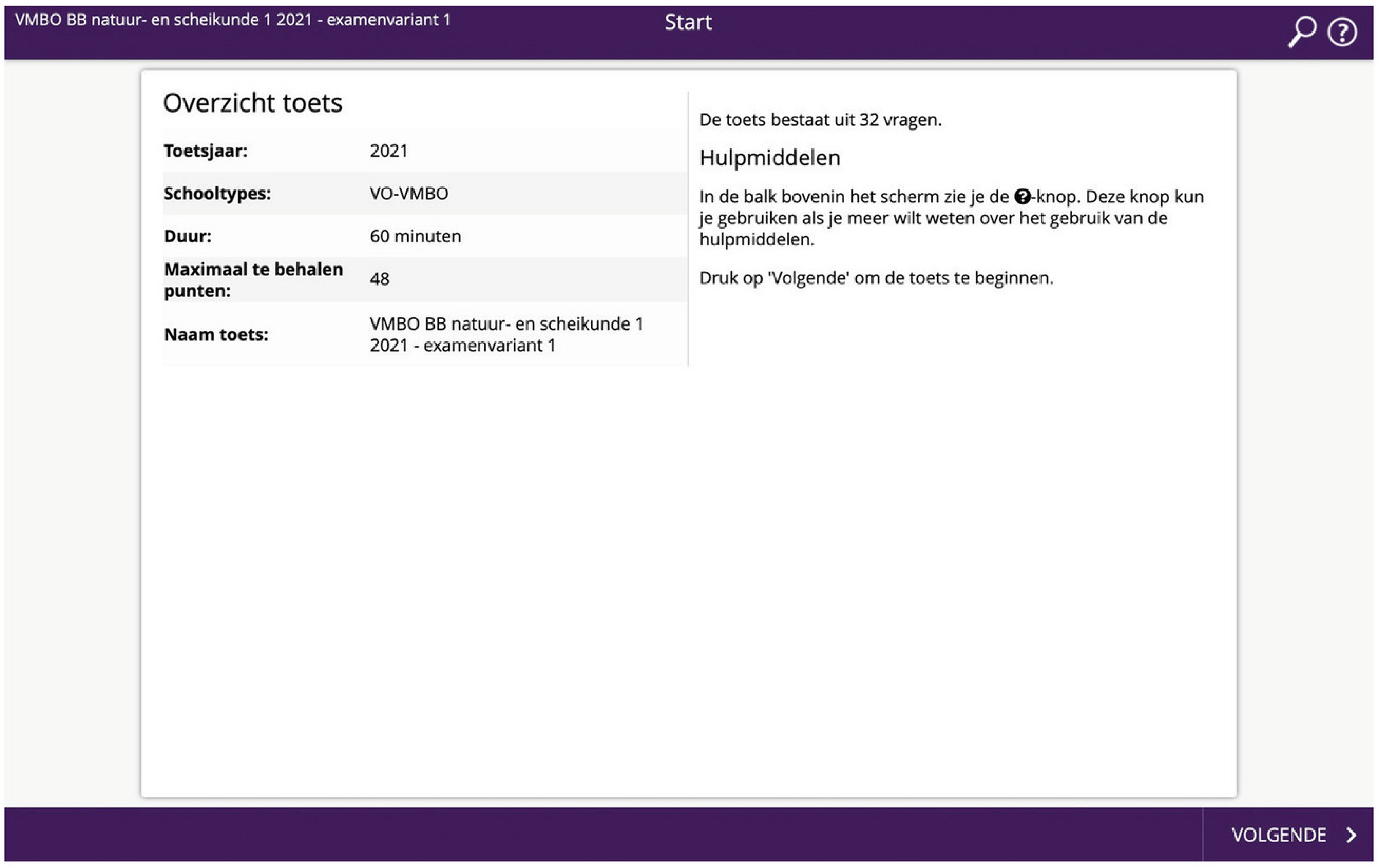
Tijdens je examen moet je soms naar geluidsfragmenten luisteren. Daarom kun je op het tweede scherm de geluidssterkte instellen (afbeelding 1). Ga als volgt te werk:

1. Doe je oortjes in of zet je koptelefoon op.
2. Klik op de knop ‘Geluid afspelen’. Luister of je het geluid goed kunt horen.
3. Pas de geluidssterkte eventueel aan door het schuifje te bewegen. Naar links voor zachter geluid, naar rechts voor harder geluid.
4. Klik de knop ‘Geluid is goed’ aan. Je kunt ook nog tijdens het examen de geluidssterkte aanpassen.
5. Is de geluidssterkte goed? Klik dan op ‘Volgende’.



afbeelding 1 Hier stel je de geluidssterkte in.

Nu zie je het overzicht van het examen (afbeelding 2). De belangrijkste informatie op dit scherm is dat je 60 minuten de tijd hebt om het examen te maken. En dat dit examen uit 32 vragen bestaat.



afbeelding 2 Controleer de tijd die je hebt om het examen te maken.

1 Hoe maak je je examen?

- ○ A Je maakt je examen op de computer.
- ○ B Je maakt je examen op papier.
- ○ C Je mag zelf kiezen of je je examen op de computer of op papier maakt.

2 Als ik met mijn examen begin, moet ik *WEL* / *NIET* mijn persoonlijke gegevens controleren.

3 Wanneer kun je de geluidssterkte instellen van de geluidsfragmenten van het examen?

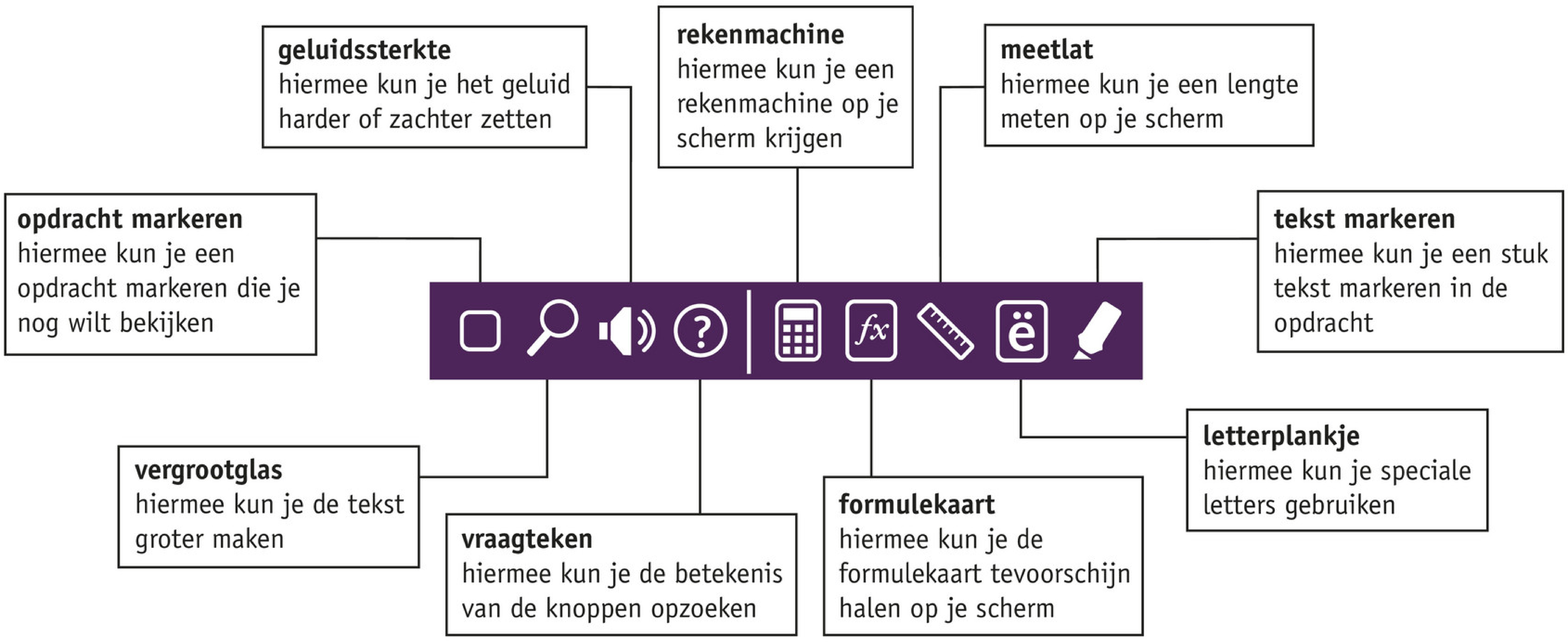
○ A Dat kan alleen aan het begin van het examen.
○ B Dat kan alleen bij de geluidsfragmenten.
○ C Dat kan op elk moment tijdens het examen.

4 Hoelang duurt het examen?

Het examen duurt .... uur.

TIJDENS HET EXAMEN

Het examen bestaat uit ongeveer dertig opdrachten. Je ziet tijdens het examen steeds een balk in beeld. Op die balk staan negen knoppen. In afbeelding 3 zie je wat je met die knoppen kunt doen.



afbeelding 3 De knoppenbalk in Facet.

5 Je moet tijdens het examen in Facet de letter è typen in het woord ampère. Welke knop gebruik je hiervoor?

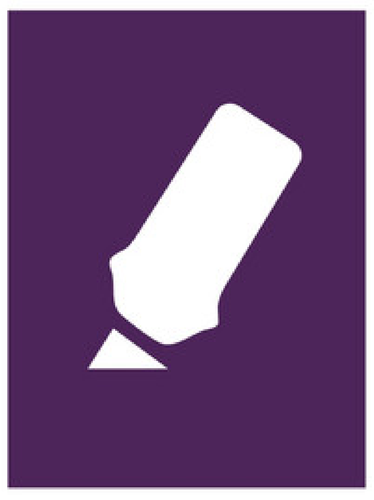
○ A letterplankje
○ B tekst markeren
○ C vergrootglas

6 Je weet het antwoord op opdracht 15 niet helemaal zeker. Om geen tijd te verliezen, wil je eerst andere opdrachten maken.
Hoe kun je ervoor zorgen dat je niet vergeet dat je nog naar opdracht 15 moet kijken aan het eind van het examen?

....

7 Je klikt op de knop van afbeelding 4.
Wat kun je nu doen met de tekst?

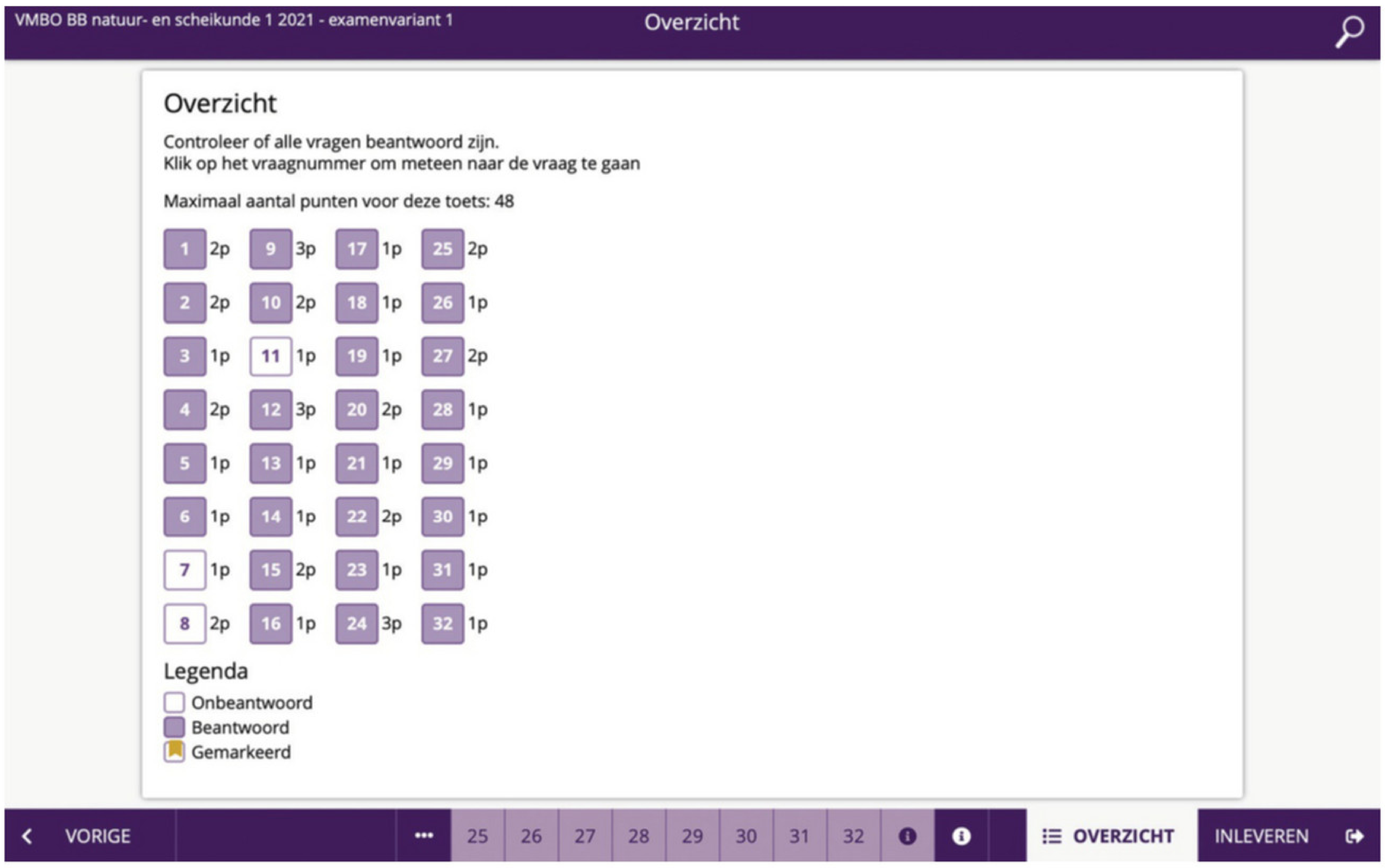
....



afbeelding 4
Wat kun je doen met deze knop?

EINDE VAN HET EXAMEN

Als je de laatste opdracht van het examen hebt gemaakt, krijg je het overzicht van afbeelding 5 te zien. Hier zie je welke opdrachten je hebt ingevuld en welke nog niet. In dit voorbeeld zijn de opdrachten 7, 8 en 11 nog niet ingevuld. Deze hokjes zijn nog steeds wit.



afbeelding 5 Overzicht van het examen.

Zorg ervoor dat je bij elke vraag iets hebt ingevuld.

8 Aan het einde van het examen controleer je *WEL* / *NIET* of je alle opdrachten hebt ingevuld.

9 Hoe kun je controleren of je alle opdrachten hebt ingevuld?

....

10 Hoe zie je dat je een opdracht niet hebt ingevuld?

....

11 Soms sla je een opdracht over, omdat je het antwoord niet weet.
Is het verstandig om bij zo'n opdracht iets in te vullen?

....

....

3 Bijzondere examenopdrachten

Op het examen moet je verschillende soorten opdrachten uitvoeren. Bij de meeste opdrachten is meteen duidelijk wat je moet doen. Je moet een keuze maken tussen verschillende antwoordmogelijkheden. Of je moet een woord of een zin invullen. Dat heb je al eerder gedaan, tijdens de lessen.

Maar er zijn ook opdrachten die anders zijn, omdat je deze opdrachten online moet maken. Bijvoorbeeld een grafiek tekenen. Online een grafiek tekenen heb je nog niet gedaan.
Voor elke bijzondere opdracht zie je hier een uitleg. Bij elke uitleg zie je ook een echte examenopdracht. Zo kun je oefenen wat je hebt geleerd.

EEN GRAFIEK TEKENEN

Een opdracht die in een examen altijd voorkomt, is een grafiek tekenen. Je hebt in Nova al vaker grafieken getekend, maar dat deed je altijd op papier. Op het examen moet je de tekening op de computer maken.

Om een grafiek te tekenen, moet je eerst punten zetten.

Om een punt te zetten, gebruik je deze knop. Als je hierop klikt, zie je een potlood dat als een cursor in het diagram beweegt. Klik op de plek waar je de punt wilt zetten.

Meestal staat de punt niet meteen op de juiste plek. Klik dan op deze knop om de punt te verplaatsen.

Heb je alle punten op de juiste plek gezet, kijk dan of je een rechte lijn of een kromme lijn kunt herkennen.

Rechte lijn

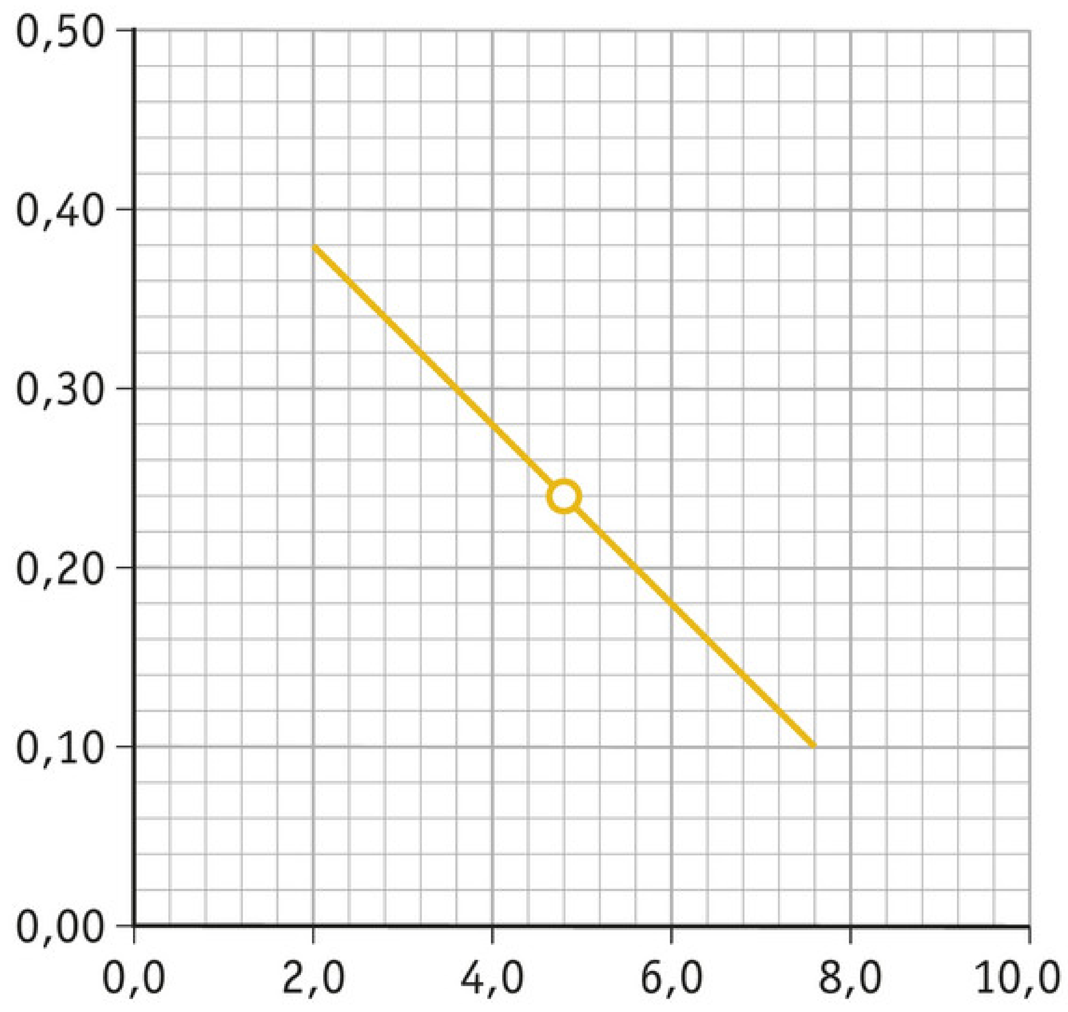
Herken je een rechte lijn, ga dan verder met deze knop. Geef eerst het beginpunt op door op de linkermuisknop te klikken. Houd deze vast en sleep naar het eindpunt van je lijn. Laat de muisknop los. Je hebt de lijn getekend.

Met deze knop kun je het beginpunt en het eindpunt van de rechte lijn verplaatsen.

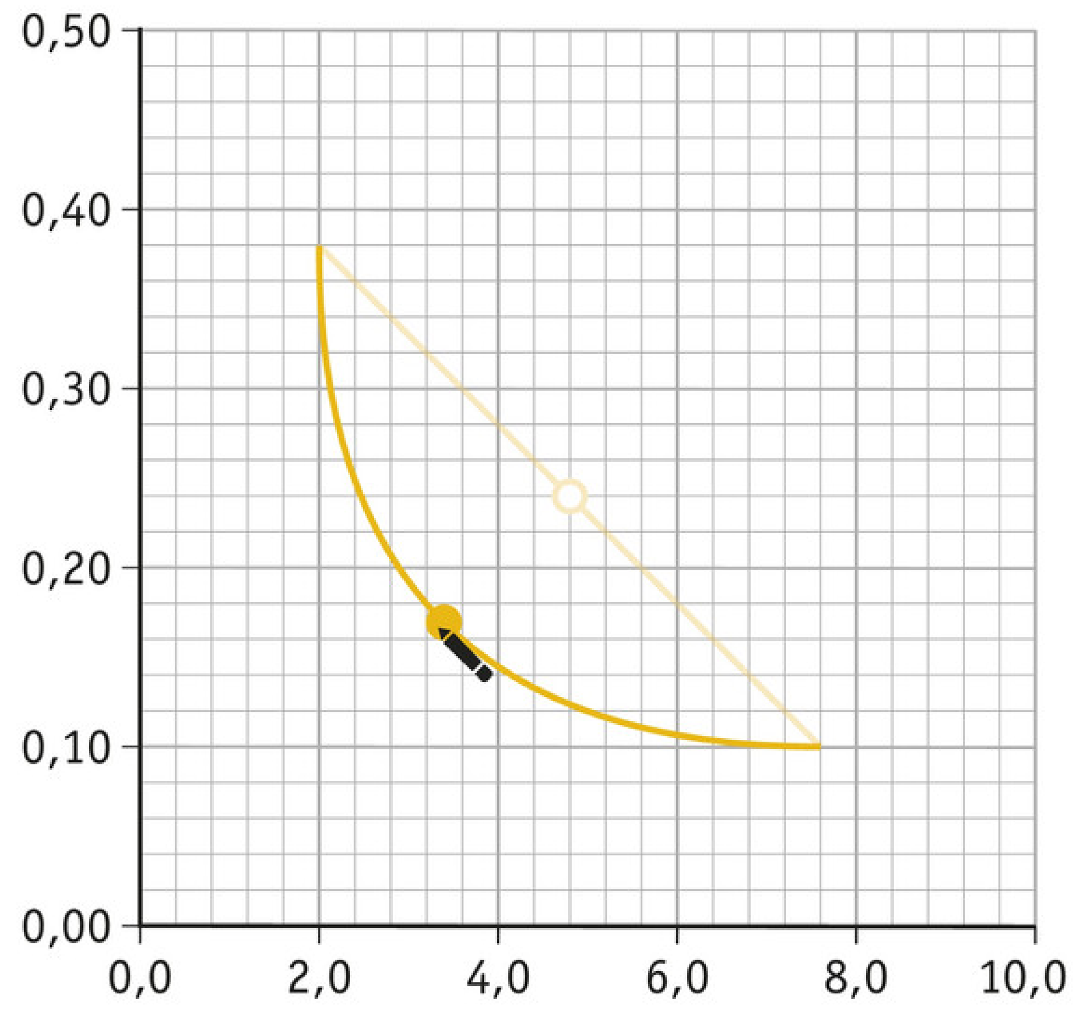
Kromme lijn

Herken je een kromme lijn, ga dan verder met deze knop. Geef eerst het beginpunt op door op de linkermuisknop te klikken. Houd deze vast en sleep naar het eindpunt van je lijn. Laat de muisknop los. Je krijgt dan een lijn te zien met daarin een cirkeltje (afbeelding 6a). Als je met je potlood op het cirkeltje gaat staan, kun je de kromme lijn tekenen (afbeelding 6b).

afbeelding 6 Een kromme lijn tekenen in Facet.



(a)



(b)



Met deze knop kun je het beginpunt en het eindpunt van de kromme lijn verplaatsen. Ook kun je de bocht hiermee verplaatsen.



Als je iets verkeerd hebt gedaan, kun je op deze knop klikken. Dit is de gum.

Op oefenen.facet.onl kun je oefenen met het tekenen van grafieken op de computer.

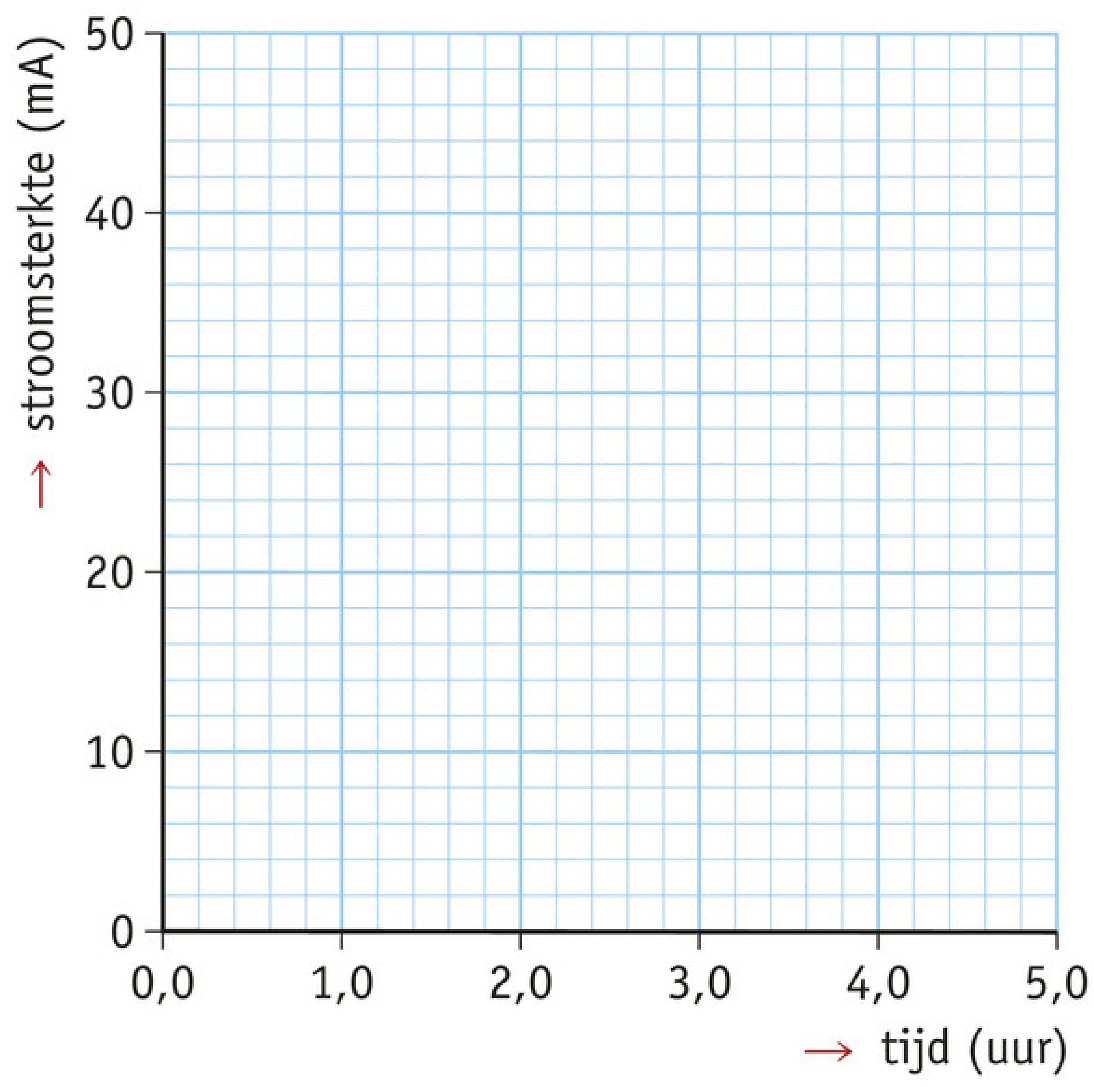
Vraag 1

Oplaadbare batterij
Steven maakt een schakeling met een oplaadbare batterij en enkele ledlampjes. Hij laat de batterij enkele uren stroom leveren. Hij meet de stroomsterkte tijdens het stroom leveren.
Je ziet de resultaten van zijn metingen in de tabel.

tijd (uur)	stroomsterkte (mA)
0,0	50
1,0	28
2,0	16
3,0	8,0
4,0	4,0
5,0	2,0

naar: examen 2019 variant 1

Zet in het diagram alle meetpunten en teken de grafiek.



EEN BEREKENING MAKEN

Om ervoor te zorgen dat je bij een berekening niets vergeet, is het belangrijk dat je steeds hetzelfde stappenplan gebruikt. In Facet kun je een formulekaart gebruiken.

- **Wat zijn de gegevens?**
  - Lees de tekst en schrijf de gegevens op in het antwoordvak. De gegevens zijn de grootheden met de waarden en de eenheden.
    Bijvoorbeeld: massa = 10 kg
  - Reken zo nodig de eenheden om.
    Bijvoorbeeld: 20 mA = 0,020 A

- **Wat is er gevraagd?**
  - Lees de tekst en schrijf de grootheid op die je moet berekenen.
    Bijvoorbeeld: snelheid = ?

- **Uitwerking**
  - Zoek de formule op die je nodig hebt. Facet heeft hiervoor een formulekaart. Die vind je als je op de knop van afbeelding 7 klikt. Die knop staat in de paarse balk bovenaan.
  - Kies eerst het juiste onderwerp. Kies daarna de juiste formule.
  - Als je op de formule klikt, komt deze in het antwoordvak te staan.
  - Vul de gegevens in de formule in.
  - Maak de berekening.
  - Schrijf het antwoord op. Let erop dat je de juiste eenheid achter je uitkomst zet.



afbeelding 7 Met deze knop open je de formulekaart.

Vraag 2

Spoorstaaf
Spoorstaven geven geluid door. Met een geluidsmeting is de lengte van een spoorstaaf te bepalen.



Urby tikt met een hamer op het uiteinde van een spoorstaaf. Na 6,2 ms (0,0062 s) neemt Erik aan het andere uiteinde het geluid waar. De geluidssnelheid in staal is 5800 m/s.

Bereken de lengte van deze spoorstaaf.
Gebruik de formulekaart achter in het boek.

....
....
....
....
....
....
....
....

Soms lijkt een opdracht in het examen niet wat het is. Bij zo'n opdracht lijkt het alsof je gewoon iets kunt invullen. Maar dat is niet zo. De berekening die je moet maken, is best moeilijk. Eerst moet je gram omrekenen naar kilogram. Als je dat gedaan hebt, moet je de zwaartekracht berekenen. De formule kun je bij deze opdracht niet opzoeken op de formulekaart, omdat er geen knop is om de formulekaart te openen. Die knop staat alleen bij opdrachten waar 'Bereken …' bij staat.

Bij zo'n opdracht ga je als volgt te werk:
- Reken eerst de massa om naar kilogram (kg).
- Gebruik de formule: zwaartekracht = massa × 10.
- Weet je de formule niet meer, ga dan terug naar een opdracht waar staat: 'Bereken …' Daar vind je een knop om naar de formulekaart te gaan. Zoek dan via de formulekaart de juiste formule op.
- Reken tot slot de zwaartekracht uit.

Vraag 3

Walnoot
Een walnoot aan een boom zit in een omhulsel. De massa van de walnoot is 20 g.



naar: examen 2018 variant 2

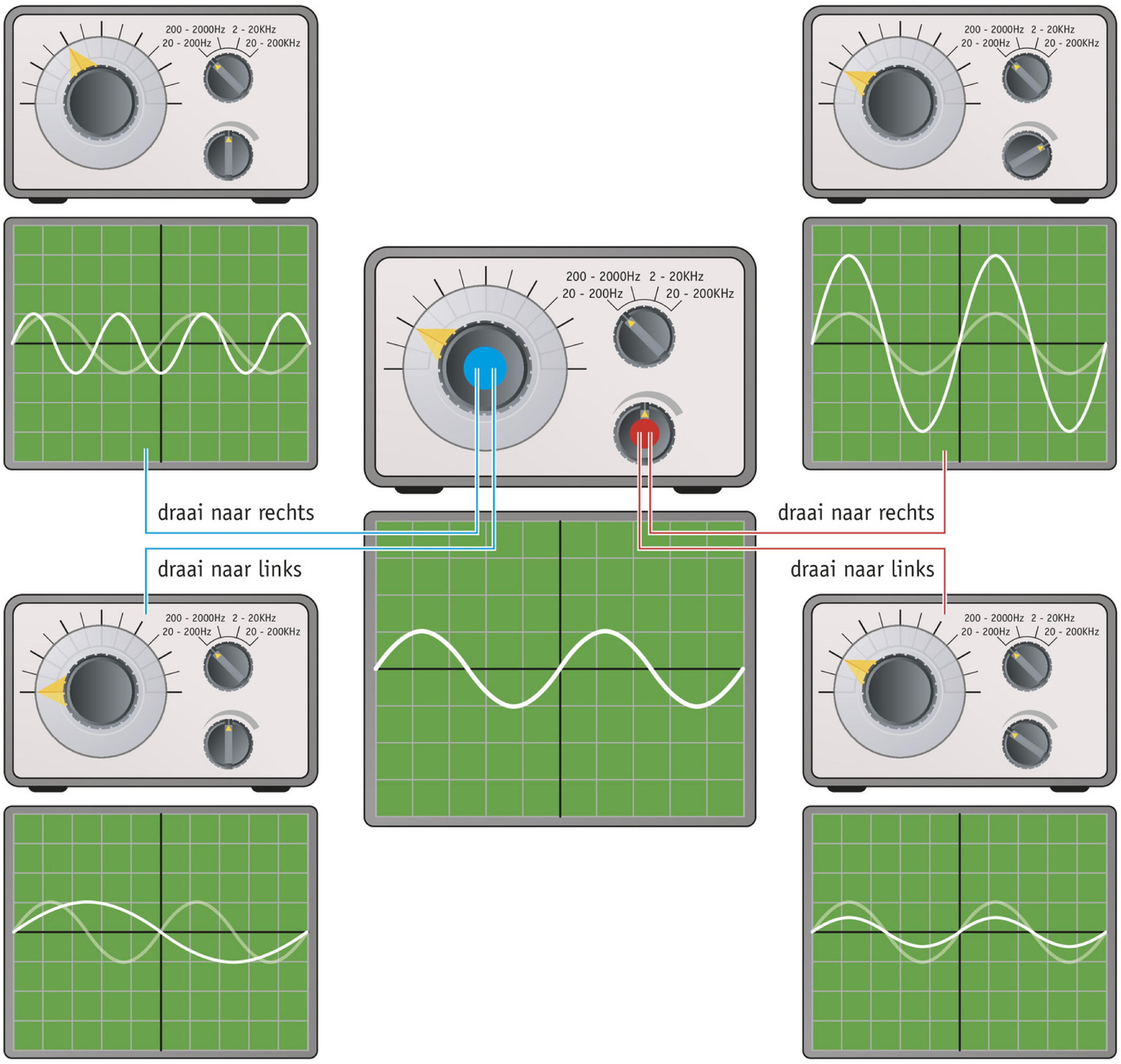
Noteer de zwaartekracht op de walnoot.
zwaartekracht = ...

EEN TOONGENERATOR INSTELLEN

In een examen wordt bijna altijd gevraagd om een toongenerator in te stellen. In afbeelding 8 zie je hoe de toongenerator eruitziet. Twee knoppen zijn belangrijk:

1 De knop met de blauwe stip: hiermee stel je de frequentie in. Draai je hieraan, dan zie je meer of minder golven op het scherm.
2 De knop met de rode stip: hiermee stel je de geluidssterkte in. Draai je hieraan, dan zie je hogere of lagere golven op het scherm.

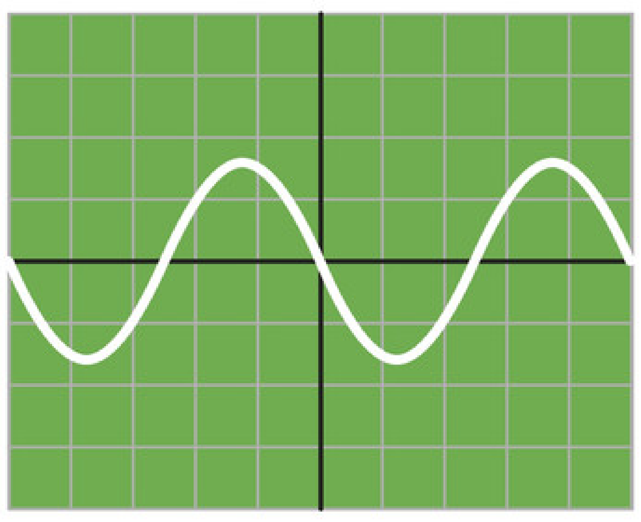
Aan de zwarte knop rechtsboven kun je ook draaien, maar er gebeurt dan niets op het scherm.



afbeelding 8 De werking van de oscilloscoop.

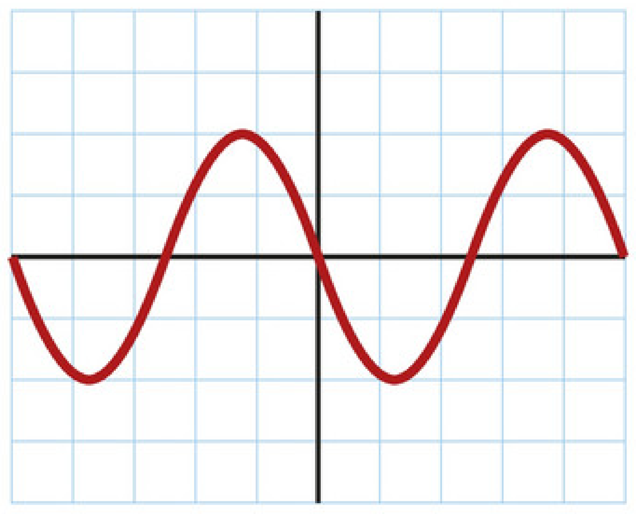
Vraag 4

De stemvork
Daan maakt tijdens de les het geluid van een stemvork zichtbaar op de oscilloscoop.
De stemvork heeft een toonhoogte van 400 Hz.
Daan herhaalt de proef met een stemvork van 800 Hz.



naar: examen 2019 variant 2

Stel de toongenerator zo in dat je het beeld krijgt dat Daan ziet. Teken hiervoor het beeld in de afbeelding.



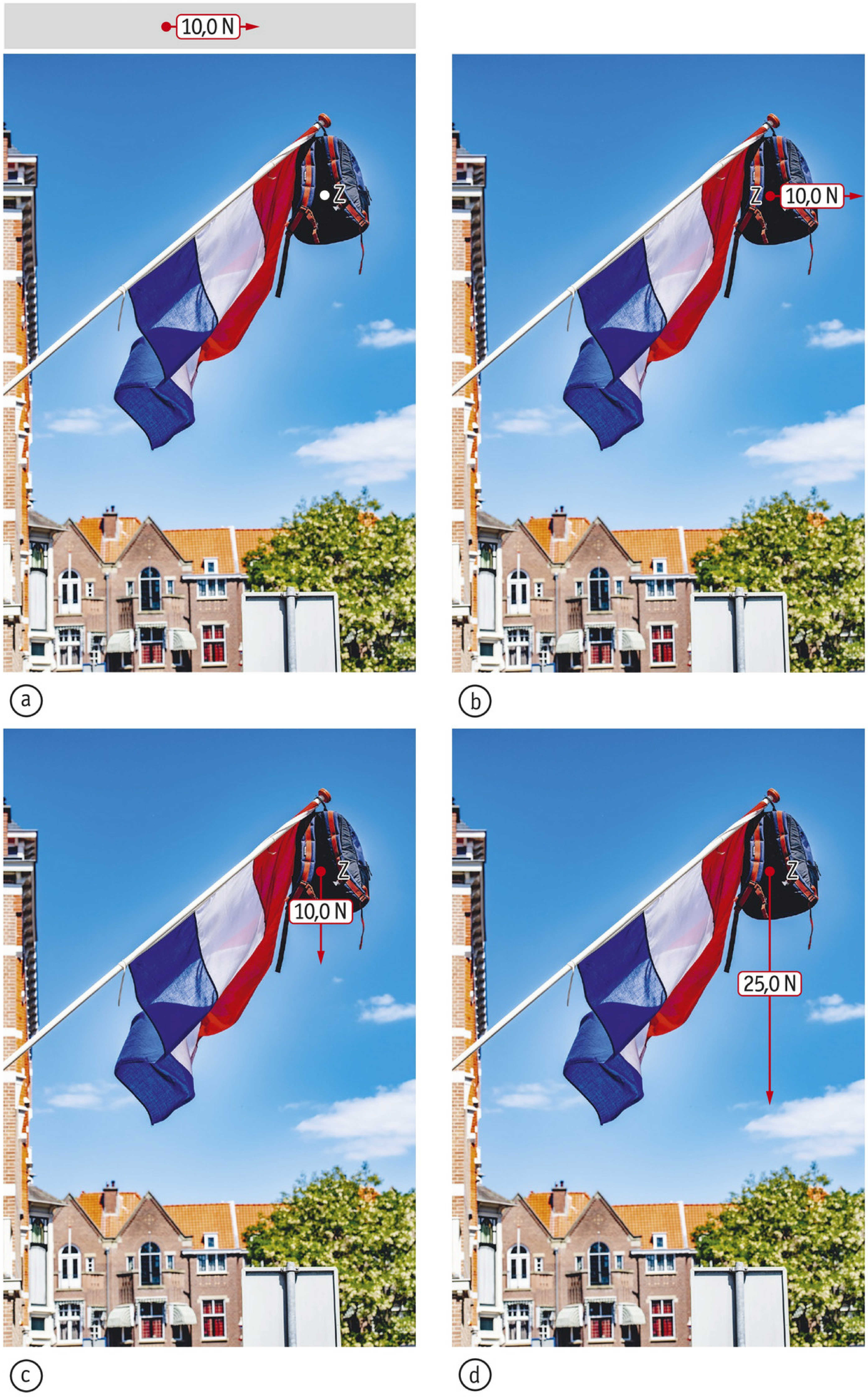
KRACHT TEKENEN

Krachten heb je steeds op papier getekend. In Facet moet je de krachten op de computer tekenen. Het aangrijpingspunt is bijna altijd gegeven. In afbeelding 9a is dit punt aangegeven met een stip en daarbij de letter Z.

Een kracht tekenen doe je zo:

1 Pak de pijl uit afbeelding 9a op met je cursor.
2 Versleep de pijl. Zorg ervoor dat het bolletje van de pijl op het punt in de foto ligt zoals in afbeelding 9b.
3 Ga met je cursor op het puntje van de pijl staan.
4 Draai dan met je cursor de pijl in de juiste richting (afbeelding 9c).
5 Tot slot geef je de pijl de juiste lengte door de pijlpunt met je cursor te bewegen (afbeelding 9d).

afbeelding 9 Een kracht tekenen in Facet.



Vraag 5

Trilplaat
Een trilplaat wordt gebruikt voor het vast trillen van straatstenen.
Tijdens het trillen beweegt de trilplaat met een constante snelheid naar voren. Daarvoor is een spierkracht van 50 N nodig. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 20 N.

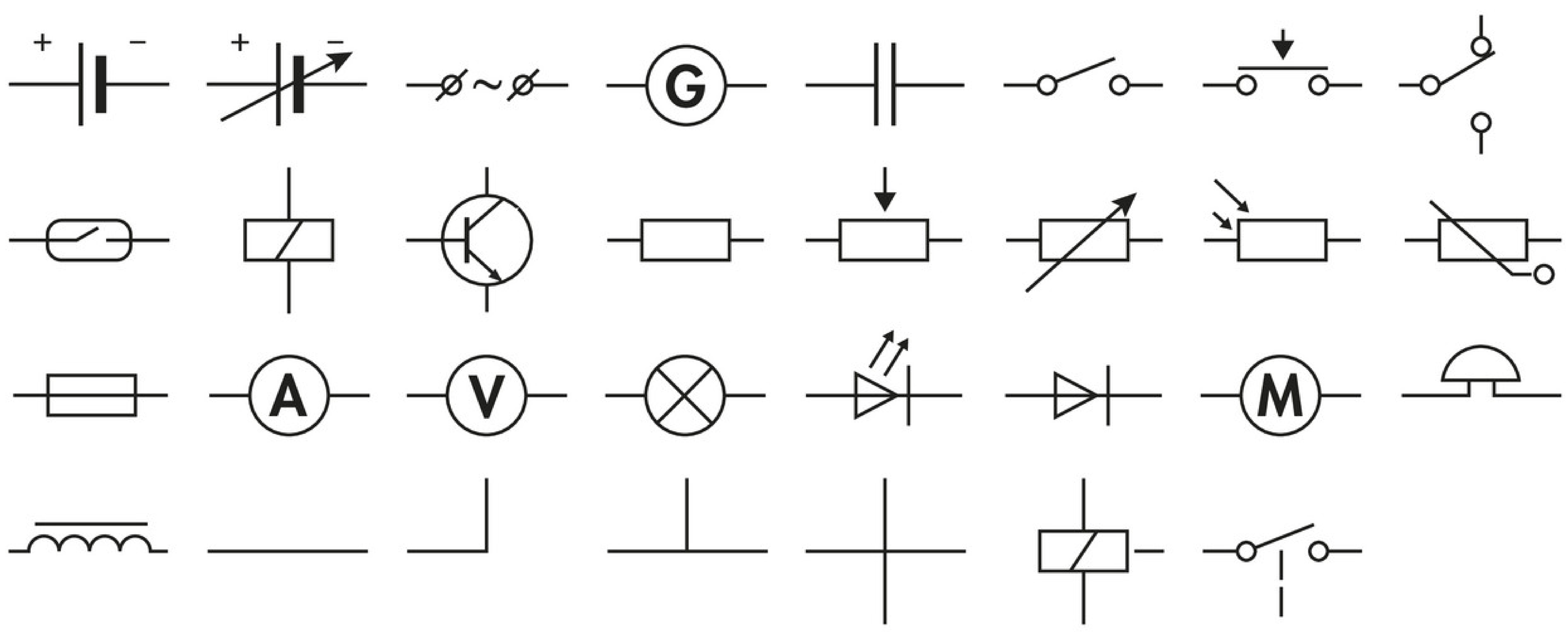
Teken vanuit P de wrijvingskracht op de trilplaat.



naar: examen 2019 variant 2

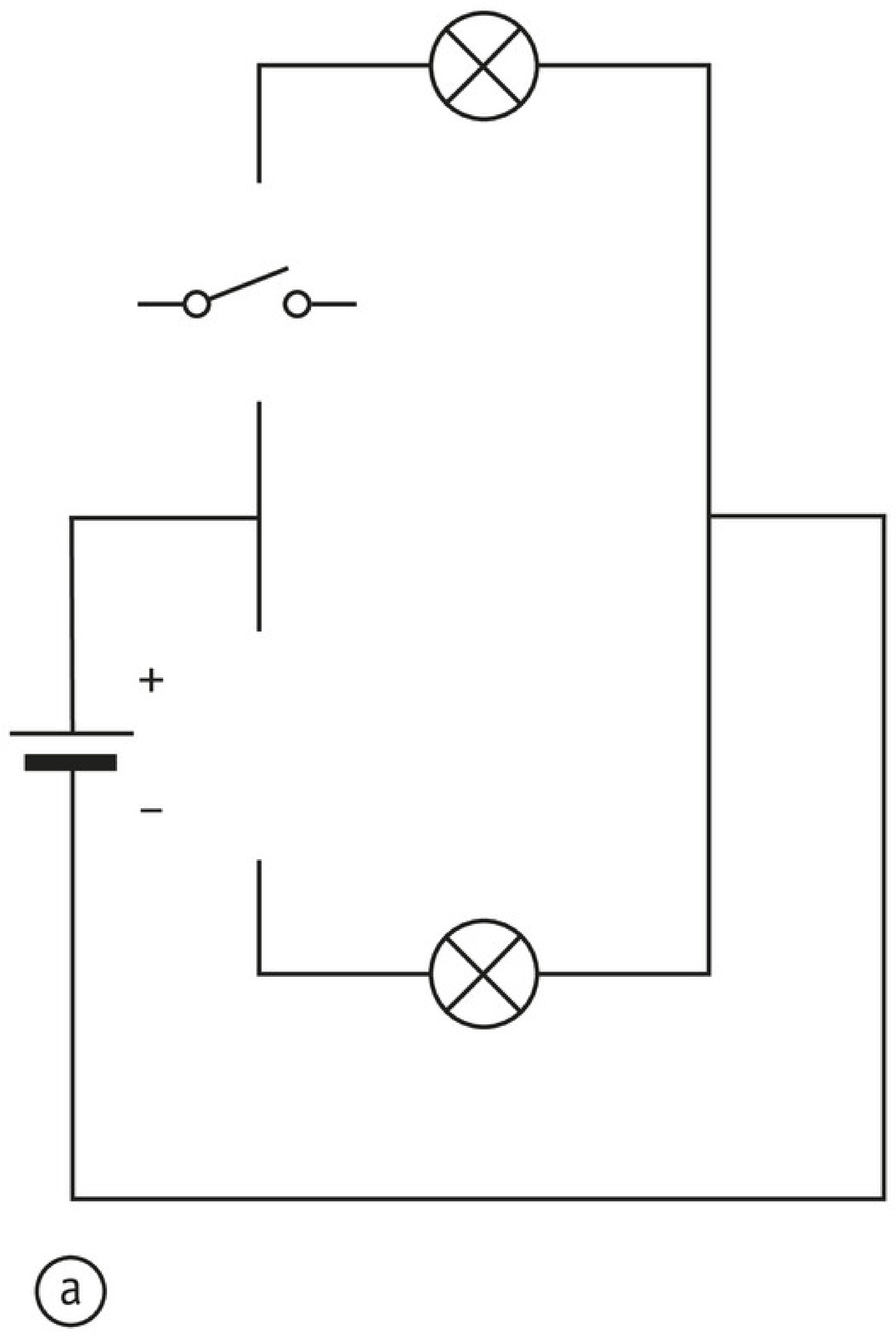
EEN SCHAKELSCHEMA TEKENEN

Je hebt al vaker een schakelschema moeten tekenen of compleet moeten maken. Op je examen krijg je vrijwel zeker ook zo'n vraag. Ook deze vraag maak je online. Je ziet alle elektronische onderdelen waaruit je kunt kiezen (afbeelding 10). Met je cursor kies je het juiste onderdeel en je sleept het naar het schakelschema (afbeelding 11a). Er verschijnt dan een blauw cirkeltje met een pijl (afbeelding 11b). Als je hierop klikt, draait het onderdeel en kun je het in de juiste richting zetten (afbeelding 11c).



afbeelding 10 Elektronische onderdelen.

afbeelding 11 Een schakelschema compleet maken.



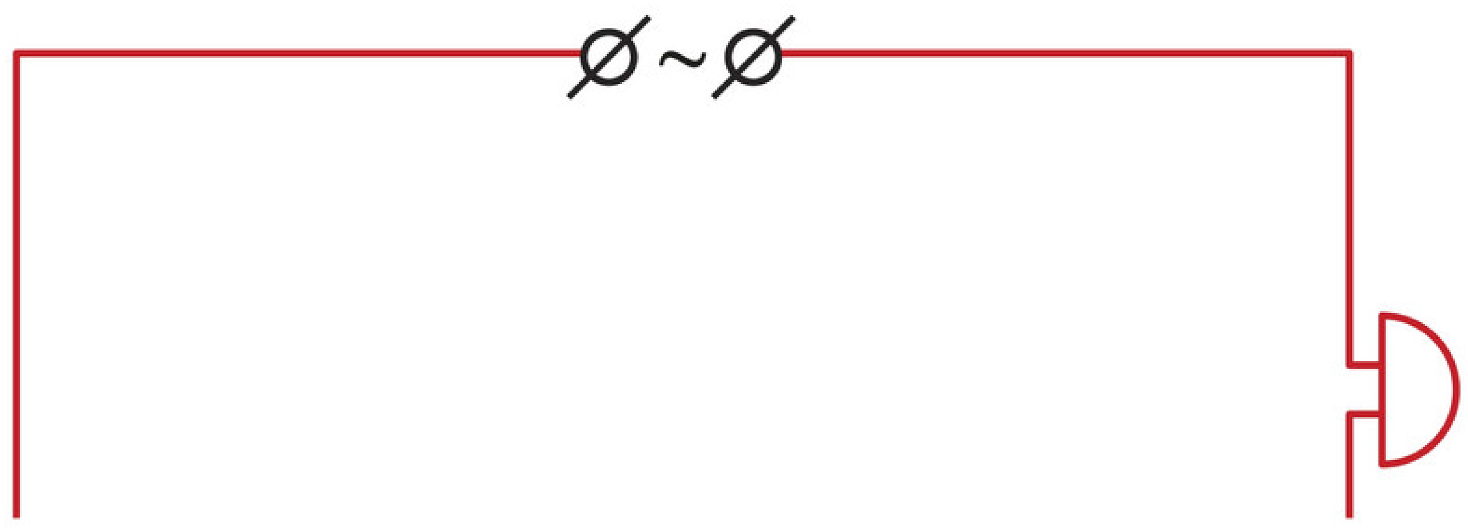
Vraag 6

Deurbel
Alex krijgt regelmatig een vriendin op bezoek die in een rolstoel zit. Daarom monteert hij twee drukschakelaars bij de voordeur om de deurbel te bedienen.



naar: examen 2018 variant 2

Je ziet een deel van het schakelschema.
Maak dit schema compleet met de twee drukschakelaars.



4 Proefexamen

In de vier boeken van Nask1 heb je geoefend met de leerstof. In deel 4A heb je geoefend met de examenvaardigheden. Eerder in dit deel 4B heb je geleerd welke soorten opdrachten je op je examen kunt verwachten.

Nu is het tijd om alles wat je geleerd hebt te toetsen. Dat kun je doen met de volgende zeventien examenopdrachten. De opdrachten zien eruit zoals in het examenprogramma Facet.
Bij elke opdracht staat hoeveel punten je ervoor kunt krijgen.
Aan het einde zie je welk cijfer je voor je proefexamen hebt behaald.

1p **Vraag 1**

Blokje metaal
Jennifer doet een aantal waarnemingen aan een stuk metaallegering.
Je ziet een tabel met een aantal eigenschappen van dit stuk metaal.



naar: examen 2017 variant 2

Geef bij elke eigenschap aan of het wel of niet een stofeigenschap is.

	wel	niet
Het volume is 200 cm^3.		
De kleur is donkergrijs.		
Het wordt niet aangetrokken door een magneet.		

2p **Vraag 2**

Gieterij
In een gieterij wordt van koper en tin de legering brons gemaakt.
Het brons wordt in een mal gegoten.
Tijdens het stollen krimpt het brons.
Over het stollen gaan twee zinnen.



naar: examen 2019 variant 2

Maak elke zin compleet.

1 De massa van het brons

▼
blijft gelijk
neem af
neemt toe

tijdens het stollen.

2 Het volume van het brons

▼
blijft gelijk
neemt af
neem toe

tijdens het stollen.

1p **Vraag 3**

Scooterrit
Rianne rijdt op haar scooter.
Je ziet de afbeelding van Rianne bij een constante snelheid.



naar: examen 2017 variant 2

Bij welke afbeelding is de nettokracht juist weergegeven?

○ 

○ 

○ 

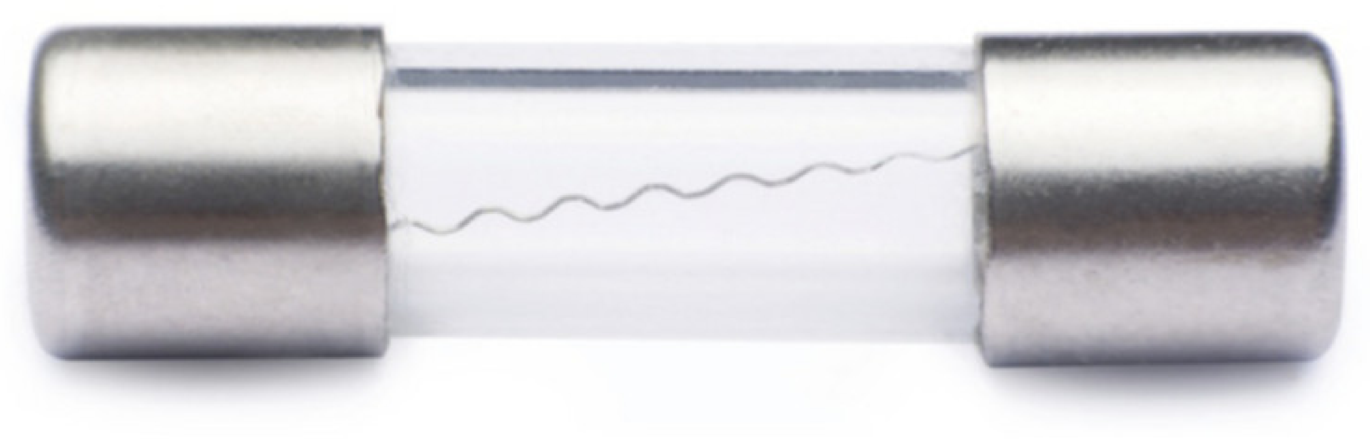
1p Vraag 4

Racen met modelauto's
Marlon bestuurt zijn modelauto op afstand met een zender.



naar: examen 2015 voorbeeld

In de zender zitten elektronica-onderdelen. Deze zijn beveiligd met een glaszekering.



Wat is de functie van een glaszekering?

....

....

....

1p Vraag 5

Duurzame verpakking
Voor het maken van tasjes voor groente en fruit wordt meestal aardolie als grondstof gebruikt.
Tegenwoordig zijn er ook tasjes met maiszetmeel als grondstof.



naar: examen 2016 variant 1

Noteer een voordeel van het gebruik van tasjes van maiszetmeel in plaats van aardolie.

....

....

....

2p Vraag 6

Filterpomp
De ouders van Isabel hebben een zwembad met een filterpomp gekocht voor in de tuin. De filterpomp zorgt ervoor dat het water helder blijft.
Je ziet een afbeelding van de stekker van de filterpomp.
De buitenkant van de filterpomp mag niet onder spanning komen te staan.
Over de elektrische beveiliging van de filterpomp gaan twee zinnen.



naar: examen 2019 variant 1

Maak elke zin compleet.

1 De stekker van de filterpomp is voorzien van

▼
aardlekschakelaar
groepszekering
hoofdzekering
randaarde

2 Als de buitenkant van de filterpomp onder spanning komt te staan, schakelt de

▼
aardlekschakelaar
groepszekering
hoofdzekering
randaarde

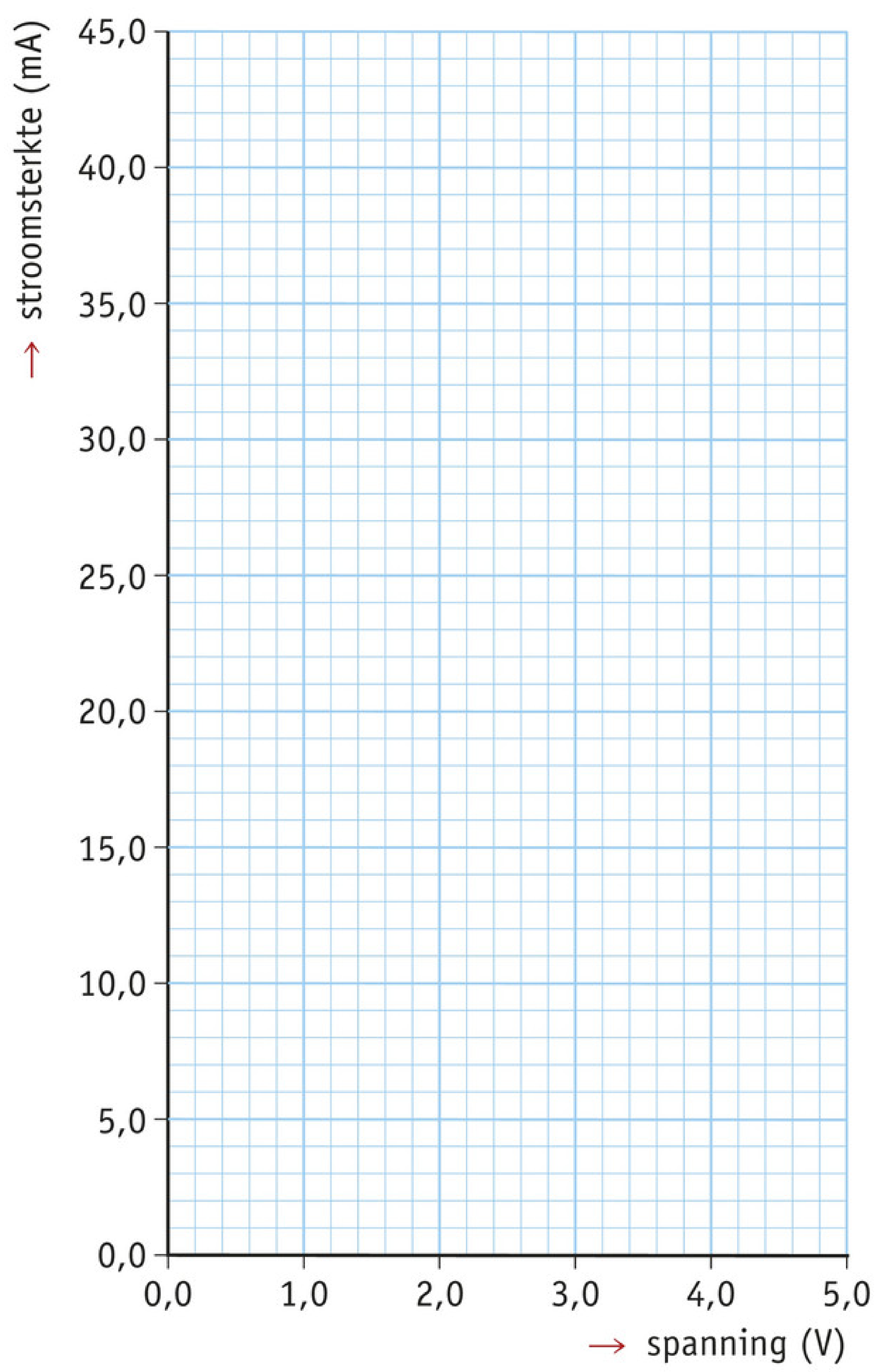
de stroom uit.

2p Vraag 7

Weerstand meten
Jort onderzoekt het verband tussen de spanning over en de stroom door een weerstand. Hij meet bij verschillende spanningen de stroomsterkte.
Je ziet een tabel met zijn meetresultaten.

spanning (V)	stroomsterkte (mA)
0,0	0,0
1,0	8,5
2,0	17,0
3,0	25,0
4,0	33,5
5,0	42,0

Zet alle meetpunten uit in het diagram en teken de grafiek.



3p **Vraag 8**

Weerstand meten (vervolg van vraag 7)
Jort meet bij een spanning van 4,0 V een stroomsterkte van 33,5 mA.

Bereken de grootte van de weerstand.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

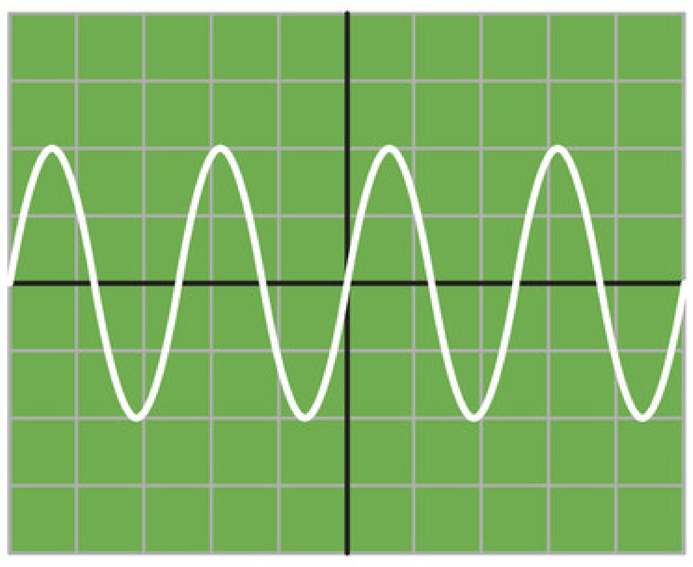
naar: examen 2019 variant 2

1p **Vraag 9**

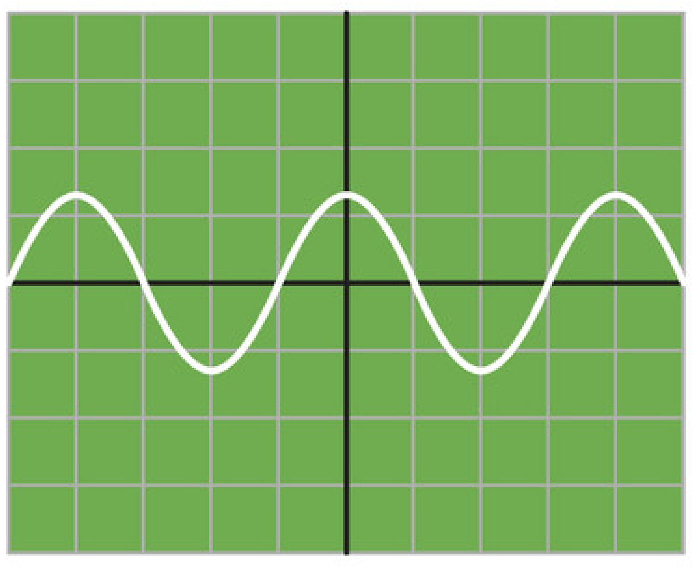
Gitaar
Marieke speelt op haar gitaar.



Met een microfoon en een oscilloscoop maakt ze het geluid zichtbaar.
Je ziet van twee tonen het signaal op de oscilloscoop.



1



2

Over deze signalen gaan twee zinnen.
Maak elke zin compleet.

1 De hoogste toon hoort bij signaal

▼
1
2

2 De zachtste toon hoort bij signaal

▼
1
2

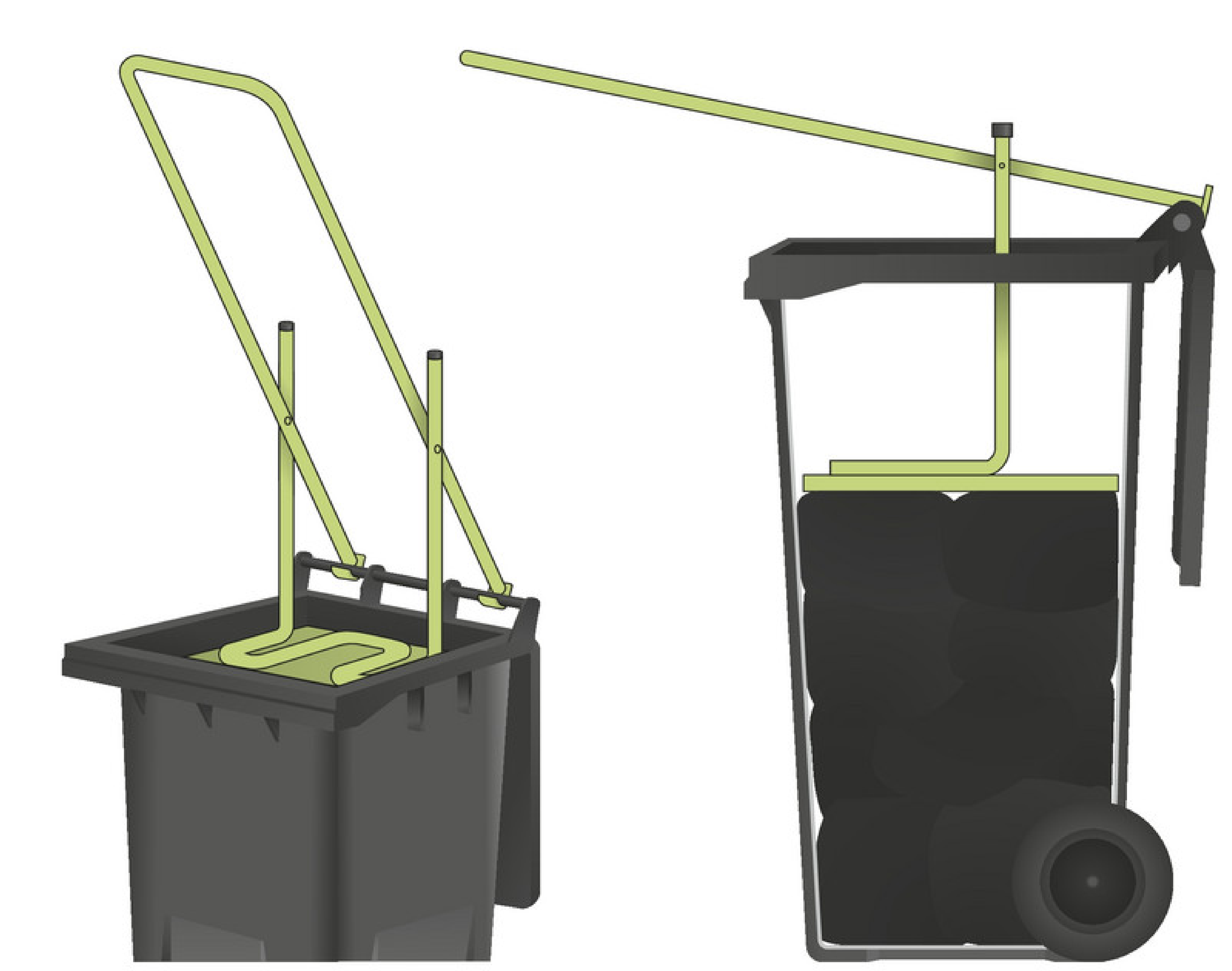
naar: examen 2018 variant 2

2p **Vraag 10**

Containerpers
Met een containerpers kun je ruimte maken in een afvalcontainer.



Je ziet een deel van de gebruiksaanwijzing.



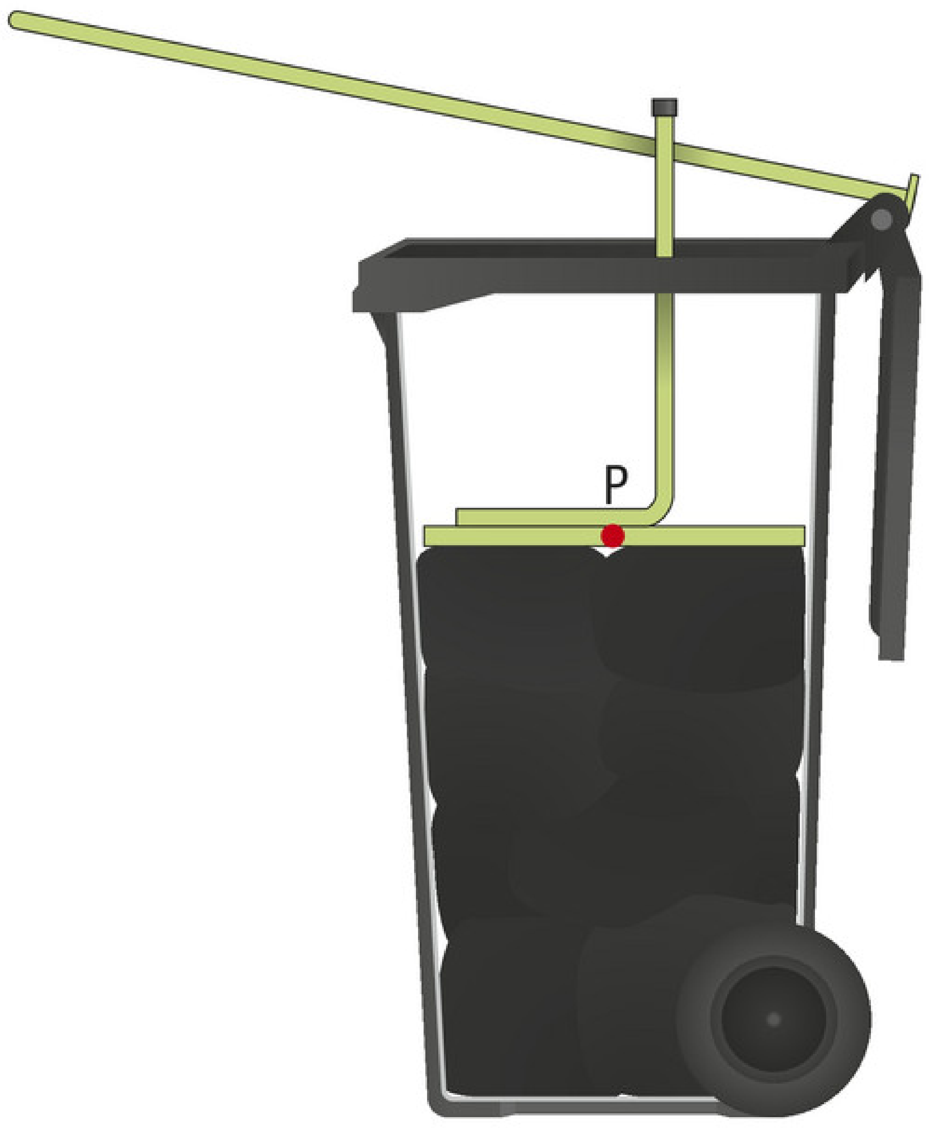
Plaats de persstang op de volle container.

Duw het handvat omlaag en pers het afval samen.

naar: examen 2018 variant 2

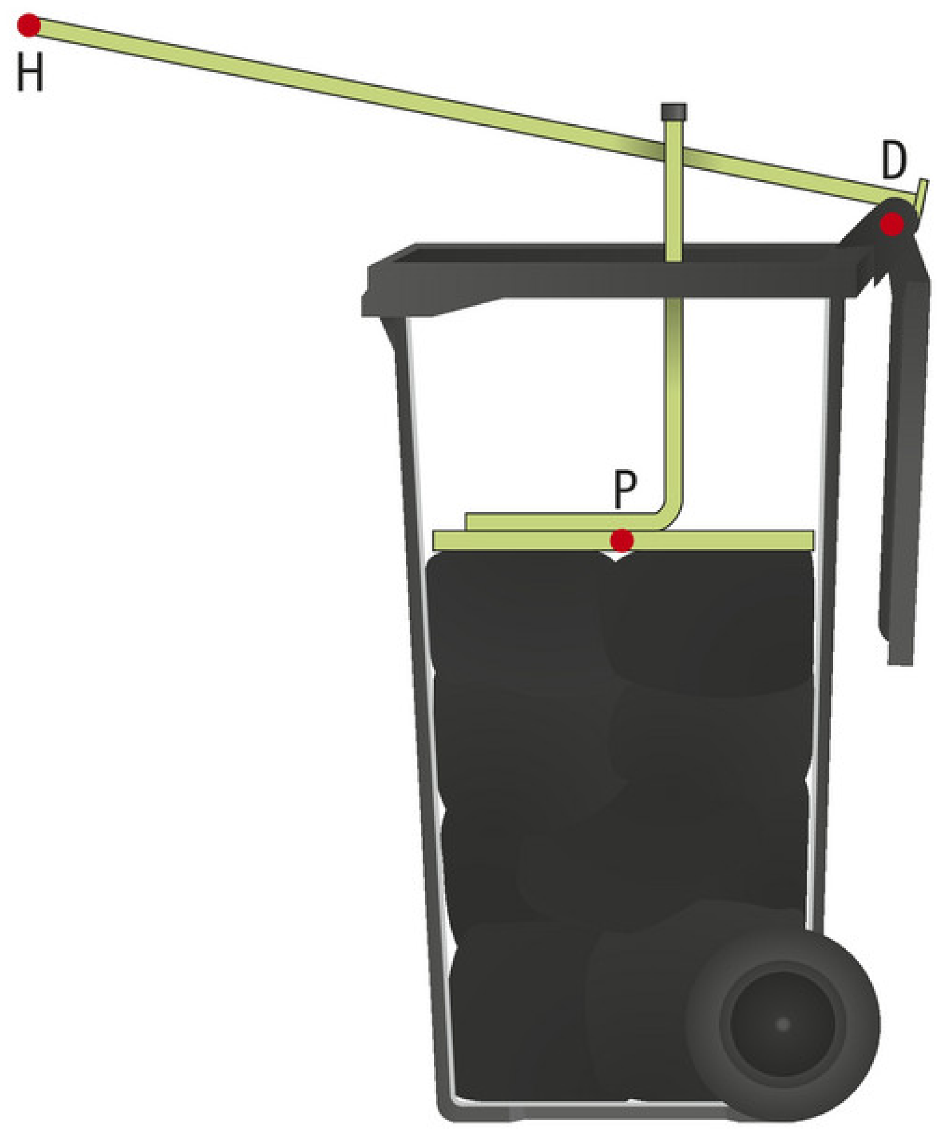
Bij het omlaag duwen van het handvat is de kracht van de persstang op het afval in punt P 600 N.

Teken de kracht in punt P. Teken de pijl 3,0 cm lang.



1p **Vraag 11**

Containerpers (vervolg van vraag 10)
Je ziet de containerpers met draaipunt D, persstand P en handvat H.



naar: examen 2018 variant 2

De kracht van de persstang op het afval is 600 N.

Wat is juist over de kracht op het handvat?

- ○ Die is groter dan 600 N.
- ○ Die is gelijk aan 600 N.
- ○ Die is kleiner dan 600 N

2p **Vraag 12**

Solowheel
Maarten heeft een solowheel. Dit is een elektrisch wiel waarmee hij zich snel kan verplaatsen.



Staat Maarten rechtop, dan is de totale zwaartekracht 680 N. Het contactoppervlak met de grond is 16 cm^2.

naar: examen 2018 variant 2

Bereken de druk onder de solowheel in N/cm^2.

....

....

....

....

....

....

....

....

2p Vraag 13

Bestraten
Voor het bestraten van een weg levert een vrachtwagen een lading zand af.



Met een lading wordt 32 000 dm^3 zand gestort.
De dichtheid van het zand is 2,0 kg/dm^3.

naar: examen 2018 variant 2

Bereken de massa van de lading zand.

....
....
....
....
....
....
....
....
....

1p Vraag 14

Veiligheid in de auto
De airbag is een veiligheidsvoorziening in de auto.



naar: examen 2018 variant 2

Noteer nog een andere veiligheidsvoorziening voor de inzittenden van een auto.

....
....
....

2p **Vraag 15**

Brulapen
Angela werkt in een dierentuin. Daar verzorgt ze de brulapen.



Brulapen maken geluiden met een geluidsniveau van wel 95 dB. Angela gebruikt daarom gehoorbescherming.
Over Angela gaan twee zinnen.
Maak elke zin compleet.
Gebruik de tabel ‘Maximale blootstellingsduur’ in Binas.

1 De oren van Angela kunnen het geluid van 95 dB maximaal .... uur veilig verdragen.
2 Bij dagelijkse blootstelling aan geluid vanaf .... dB zijn goede oordoppen verstandig.

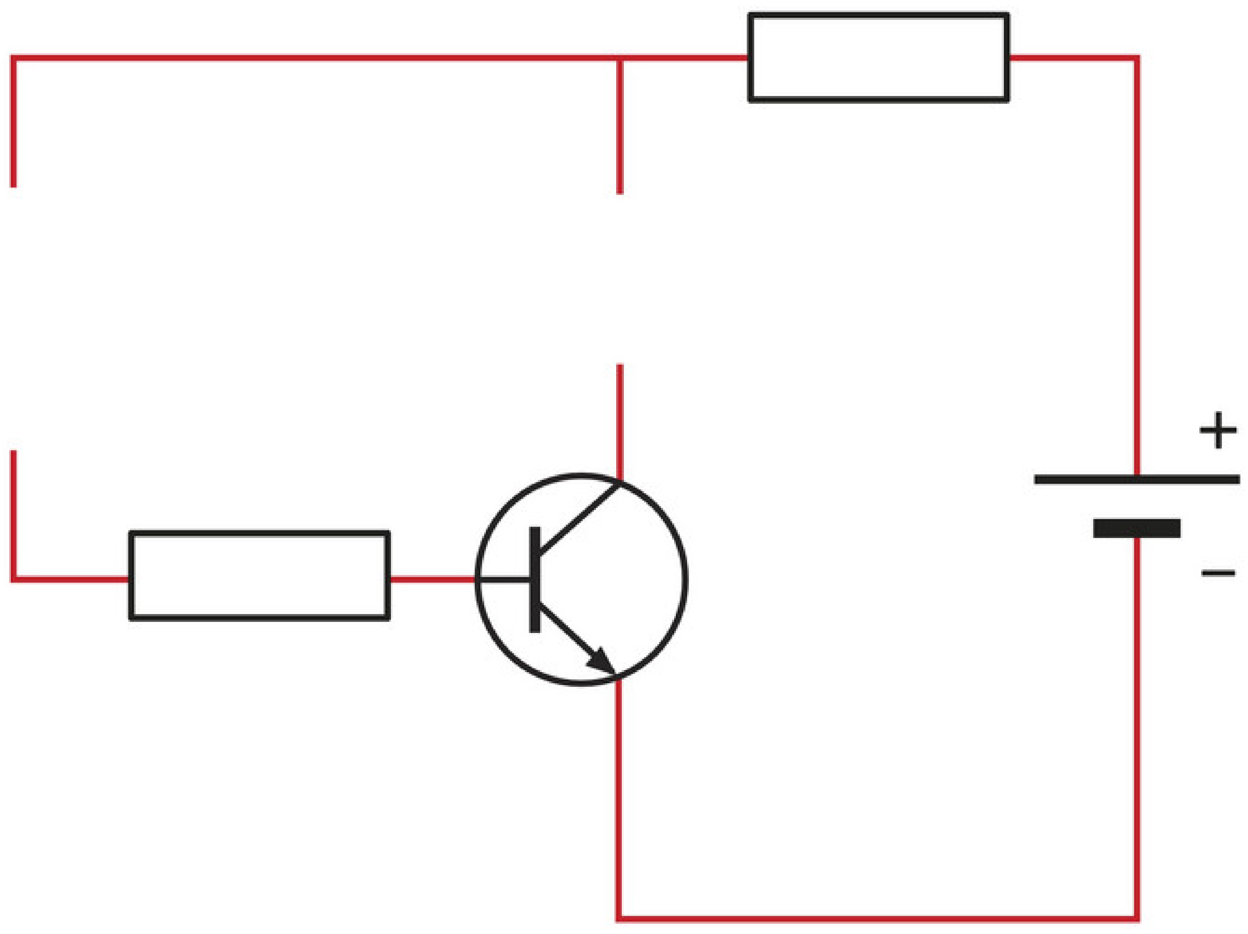
naar: examen 2019 variant 2

2p **Vraag 16**

Waterval
Salin heeft in zijn achtertuin een kleine waterval.



Hij wil dat de pomp van de waterval het water laat stromen zodra het licht wordt. Hij maakt een schakeling met een lichtgevoelige weerstand en een motor.
Maak het schakelschema compleet met een lichtgevoelige weerstand en een motor.
Gebruik de tabel ‘Elektronische symbolen’ in Binas.



naar: examen 2019 variant 1

1p **Vraag 17**

Wafels bakken
Shanti bakt wafels in een wafelijzer.



naar: examen 2019 variant 2

Het wafelijzer is aangesloten op een groep van de huisinstallatie.

Welk deel van de huisinstallatie zorgt ervoor dat Shanti de buitenkant van het apparaat veilig kan aanraken?

- ○ aardlekschakelaar
- ○ groepenschakelaar
- ○ kWh-meter
- ○ zekering

CIJFER BEPALEN

Kijk je examen na met het antwoordenboek. Tel alle punten die je hebt gescoord bij elkaar op. Kijk in tabel 1 welk cijfer je hebt voor je oefenexamen.

tabel 1 Je score en het bijbehorende cijfer.

jouw score	examencijfer	jouw score	examencijfer
0	1,0	14	5,7
1	1,3	15	6,0
2	1,7	16	6,3
3	2,0	17	6,7
4	2,3	18	7,0
5	2,7	19	7,3
6	3,0	20	7,7
7	3,3	21	8,0
8	3,7	22	8,3
9	4,0	23	8,7
10	4,3	24	9,0
11	4,7	25	9,3
12	5,0	26	9,7
13	5,3	27	10,0

5 Checklist

Je hebt je nu voorbereid op je examen. Je ziet hierna een checklist. Kruis het onderwerp aan als je denkt dat je er genoeg van weet. Heb je ergens geen kruisje staan? Zoek het onderwerp dan nog eens terug in je lesmateriaal, maak een oefenexamen op Facet of vraag je leraar om hulp.

Stoffen en materialen (hoofdstuk 2 en 7)	
Je kunt benoemen welke van de volgende materialen je het best kunt gebruiken in woningen, in voertuigen, in apparaten, bij kleding en bij meubels: hout, kunststof, textiel, metaal, steen, beton, glas.	☐
Je kunt de volgende materiaaleigenschappen beschrijven:	
• geleiding van warmte	☐
• geleiding van elektriciteit	☐
• geleiding van geluid	☐
• dichtheid	☐
• uitzetten en krimp	☐
• verspaanbaarheid	☐
• mogelijkheid tot verbinden en samenstellen	☐
• corrosiebestendigheid	☐
Je kunt stoffen herkennen aan de hand van de volgende eigenschappen:	
• fase (vast, vloeibaar of gasvormig) bij normale druk en temperatuur	☐
• kleur	☐
• geur	☐
• oplosbaarheid in water	☐
• kookpunt	☐
• smeltpunt	☐
• geleiding van elektriciteit	☐
• dichtheid	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: dichtheid = massa : volume	☐
Je kunt benoemen waarvoor je veiligheidskaarten gebruikt en wat je in de Gifwijzer kunt opzoeken.	☐

Je kunt benoemen wanneer je de volgende voorzorgsmaatregelen neemt: beschermingsbril, labjas en plastic handschoenen.	☐
Je kunt de volgende veiligheidssymbolen herkennen: schadelijk, explosief, bijtend, ontvlambaar, giftig, niet mengen.	☐
Je kunt uitleggen hoe je bij de keuze van stoffen en materialen rekening houdt met effecten voor het milieu zoals: grondstoffen, productie, transport, recycling, afvalverwerking.	☐
Je kunt herkennen wat de gevolgen zijn voor het milieu van het gebruik van grondstoffen en de productie van afvalstoffen voor bodem-, lucht- en waterverontreiniging, lozing en verwerking, uitputting van natuurlijke bronnen, duurzaamheid.	☐
Je kunt manieren noemen om verantwoord met afval om te gaan:	
• scheiden en hergebruik van glas, batterijen, kleding, papier, gft, kca	☐
• composteren	☐
• storten	☐
• verbranden	☐
Je kunt de volgende processen herkennen als onomkeerbare, chemische reacties: voedselbereiding, roesten, verbranding, uitharden van beton, lijmen en carbidschieten.	☐

Hoeveel kruisjes heb je gezet bij het onderwerp Stoffen en materialen?

Je hebt .... kruisjes gezet van de 28 die je kon zetten.

Elektrische energie (hoofdstuk 1, 8 en 11)	
Je kunt de functie van elektrotechnische onderdelen beschrijven:	
• actuator (bijvoorbeeld een motor of een lamp)	☐
• LDR	☐
• led en diode	☐
• NTC	☐
• reedcontact	☐
• relais	☐
• schakelaar en drukschakelaar	☐
• transformator	☐
• transistor	☐
• weerstand	☐
Je kunt apparaten gebruiken waarmee je metingen kunt doen in elektrische schakelingen: spanningsmeter, stroommeter, multimeter, kWh-meter en vermogensmeter.	☐
Je kunt uitleggen wanneer een stroomkring gesloten of open is.	☐
Je kunt uitleggen wat een serieschakeling en een parallelschakeling is.	☐
Je kunt uitleggen hoe een stroomkring kan worden beveiligd:	
• met een hoofdzekering	☐
• met een groepszekering	☐
• met een aardlekschakelaar	☐
• met randaarde	☐
• met 'dubbele' isolatie	☐
Je kunt uitleggen wanneer je geleiders in een elektrische stroomkring toepast. En wanneer je isolatoren van elektrische stroom toepast.	☐
Je kunt schema's van schakelingen gebruiken, interpreteren en aanpassen, en de werking van de componenten verklaren van:	
• inbrekersalarm	☐
• automatische deurbediening	☐
• elektronische temperatuursensor	☐
• schemerschakeling	☐
• dimmer	☐
Je kunt voor een serieschakeling berekeningen uitvoeren. Hierbij houd je er rekening mee dat de spanning zich verdeelt en dat de stroomsterkte overal gelijk is.	☐
Je kunt voor een parallelschakeling berekeningen uitvoeren. Hierbij houd je er rekening mee dat de stroomsterkte zich verdeelt en dat de spanning overal gelijk is.	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: weerstand = spanning : stroomsterkte	☐

Je kunt het vermogen van apparaten en het totale vermogen in een schakeling berekenen met de formule: vermogen = spanning × stroomsterkte	☐
Je kunt het energieverbruik van apparaten en het totale energieverbruik in een schakeling berekenen met de formule: energie = vermogen × tijd	☐
Je kunt de energiekosten van elektrische apparaten berekenen.	☐
Je kunt een verantwoorde keuze maken uit gelijksoortige apparaten als je rekening houdt met energieverbruik, rendement, capaciteit, levensduur en veiligheid.	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: capaciteit = stroomsterkte × tijd	☐

Hoeveel kruisjes heb je gezet bij het onderwerp Elektrische energie?

Je hebt .... kruisjes gezet van de 32 die je kon zetten.

Geluid (hoofdstuk 9)	
Je kunt veranderingen van de toonhoogte vaststellen op een oscilloscoopbeeld.	☐
Je kunt veranderingen van de geluidssterkte vaststellen op een oscilloscoopbeeld.	☐
Je kunt beschrijven hoe geluid zich verplaatst van een geluidsbron, via een tussenstof naar een geluidsontvanger.	☐
Je kunt geluidsbronnen, geluidsontvangers en tussenstoffen noemen.	☐
Je kunt uitleggen wat er met de toonhoogte (frequentie) gebeurt:	
• als je de spanning van een snaar verandert;	☐
• als je de lengte van een snaar verandert;	☐
• als je de dikte van een snaar verandert.	☐
Je kunt de gehoorgrenzen van de mens benoemen (tussen 20 en 20 000 Hz).	☐
Je kunt bronnen van geluidshinder benoemen.	☐
Je kunt metingen van geluidssterkte verklaren.	☐
Je kunt beschrijven wat de dB(A)-schaal is.	☐
Je kunt beschrijven wat echo is.	☐
Je kunt beschrijven wat een echolood is.	☐
Je kunt beschrijven wat echoscopie is.	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met geluidssnelheid.	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met geluidssnelheid en echo.	☐
Je kunt schade aan het gehoor in verband brengen met de geluidssterkte en de tijdsduur van blootstelling.	☐
Je kunt voorstellen doen voor maatregelen tegen geluidshinder, bijvoorbeeld: geluidswal, geluidsscherm, gehoorbeschermers en dubbele beglazing.	☐

Hoeveel kruisjes heb je gezet bij het onderwerp Geluid?

Je hebt .... kruisjes gezet van de 18 die je kon zetten.

Kracht en veiligheid (hoofdstuk 4, 5, 10 en 12)	
Je kunt de werking en toepassing van de volgende krachten beschrijven: elektrische kracht, magnetische kracht, spankracht, spierkracht, veerkracht, wrijvingskracht, zwaartekracht.	☐
Je kunt de zwaartekracht berekenen met de formule: zwaartekracht = massa × 10	☐
Je kunt een kracht tekenen als een pijl.	☐
Je kunt de grootte van een kracht bepalen als je de lengte van de pijl en de krachtenschaal kent.	☐
Je kunt een kracht meten met een krachtmeter.	☐
Je kunt bij een hefboom beschrijven hoe met een kleine kracht een grote kracht wordt uitgeoefend.	☐
Je kunt bij een hefboom beschrijven hoe met een grote kracht een kleine kracht wordt uitgeoefend.	☐
Je kunt voorbeelden noemen van hefbomen, bijvoorbeeld: tang, klauwhamer, breekijzer (koevoet), steekwagen, steeksleutel, ringsleutel en momentsleutel.	☐
Je kunt uitleggen hoe je met een vaste katrol de richting van de kracht omkeert.	☐
Je kunt uitleggen hoe je met een losse katrol de grootte van de kracht vermindert.	☐
Je kunt uitleggen wat een takel is.	☐
Je kunt de gemiddelde snelheid berekenen van een bewegend voorwerp met de formule: gemiddelde snelheid = afstand : tijd	☐
Je kunt afstand-tijddiagrammen en snelheid-tijddiagram maken.	☐
Je kunt afstand-tijddiagrammen en snelheid-tijddiagram aflezen.	☐
Je kunt krachten herkennen die een rol spelen bij een rijdend voertuig: aandrijfkracht, remkracht en tegenwerkende krachten (luchtwrijving en rolwrijving).	☐
Je kunt de nettokracht berekenen die op een voorwerp werkt.	☐
Je kunt maatregelen beschrijven die inzittenden van een voertuig beschermen bij een botsing:	
• airbag	☐
• hoofdsteun	☐
• kooiconstructie	☐
• kreukelzone	☐
• veiligheidsgordel	☐
• veiligheidshelm	☐
Je kunt omstandigheden herkennen die invloed hebben op de veiligheid tijdens het rijden:	
• reactietijd	☐
• rijsnelheid	☐
• staat van de banden en het wegdek	☐
• weersomstandigheden	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: stopafstand = reactieafstand + remweg	☐
Je kunt de invloed van de kracht en de oppervlakte op de druk van een voorwerp op de ondergrond uitleggen voor voorwerpen als veiligheidsgordel, veiligheidshelm, rijplaten, rupsbanden, tractorbanden, mes en punaise.	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: druk = kracht : oppervlakte	☐

Hoeveel kruisjes heb je gezet bij het onderwerp Kracht en veiligheid?

Je hebt .... kruisjes gezet van de 29 die je kon zetten.

FORMULEKAART

ELEKTRICITEIT EN ENERGIE

capaciteit = stroomsterkte × tijd
stroomsterkte = capaciteit : tijd
tijd = capaciteit : stroomsterkte

vermogen = energie : tijd
energie = vermogen × tijd
tijd = energie : vermogen

weerstand = spanning : stroomsterkte
spanning = weerstand × stroomsterkte
stroomsterkte = spanning : weerstand

vermogen = spanning × stroomsterkte
spanning = vermogen : stroomsterkte
stroomsterkte = vermogen : spanning

GELUID

geluidssnelheid = afstand : tijd
afstand = geluidssnelheid × tijd
tijd = afstand : geluidssnelheid

BEWEGING, KRACHT EN DICHTHEID

gemiddelde snelheid = afstand : tijd
afstand = gemiddelde snelheid × tijd
tijd = afstand : gemiddelde snelheid

stopafstand = reactieafstand + remweg
reactieafstand = stopafstand – remweg
remweg = stopafstand – reactieafstand

zwaartekracht = massa × 10
massa = zwaartekracht : 10

druk = kracht : oppervlakte
kracht = druk × oppervlakte
oppervlakte = kracht : druk

dichtheid = massa : volume
massa = dichtheid × volume
volume = massa : dichtheid

Register

Colofon

ONTWERP BINNENWERK
Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG
Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK
Crius Group

AUTEURS
Sander Michon, Michon Educatie

EINDREDACTIE
Linda Kleverlaan, Fundamen*taal* communicatie | educatie

MET MEDEWERKING VAN
Jac van Gemert
Ton Jacobs
Lineke Pijnappels
Lian Poelsma

TECHNISCH TEKENWERK
Erik Eshuis, Groningen
Herman Sittrop, Rotterdam

BEELDRESEARCH
B en U International Picture Service, Amsterdam

BEELDVERANTWOORDING
1) Shutterstock/James Bowyer/2) Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 167 (l.), 167 (m.l.), 167 (m.r.), 167 (r.); 123RF/123branex: Pag. 244 (b.); 123RF/AKlion - Andrey Kryukov: Pag. 241 (b.); 123RF/Andreas Demel: Pag. 179; 123RF/Andrey Guryanov: Pag. 251 (l.o.); 123RF/Andrey Shtanko: Pag. 246 (b.); 123RF/Chatchawat Prasertsom: Pag. 46 (r.o.); 123RF/Chef: Pag. 74 ; 123RF/chemik11: Pag. 132 (m.); 123RF/csmaster83: Pag. 120; 123RF/David Izquierdo Roger: Pag. 46 (l.o.); 123RF/Dmitri Maruta: Pag. 14 (b.); 123RF/elen1: Pag. 169; 123RF/evgenylubsky: Pag. 32; 123RF/eyewave: Pag. 45 (b.); 123rf/fotokot197: Pag. 87 (l.); 123RF/Jesse Kraft: Pag. 251 (b.); 123RF/jvdwolf: Pag. 199; 123RF/kaczor58: Pag. 192 (l.b.), 192 (m.b.), 192 (r.b.); 123RF/kadmy: Pag. 65, 66 (b.); 123RF/Kittipan Damrongmaneerat: Pag. 117 (l.b.); 123RF/marinezatan: Pag. 12 (o.); 123RF/nattuwat lakjit: Pag. 45 (m.b.); 123RF/phana sitti: Pag. 45 (o.b.); 123RF/Roman Zaiets: Pag. 249 (o.); 123RF/romastudio: Pag. 12 (b.); 123RF/Shawn Williams: Pag. 192 (o.); 123RF/tarzhanova: Pag. 48; 123RF/tevarak11: Pag. 245 (r.b.); 123RF/thamkc: Pag. 17 (o.); 123RF/thungsarnphoto: Pag. 52 (l.); 123RF/TORWAI Suebsri: Pag. 157; 123RF/totalpics: Pag. 109 (b.); 123RF/Viktoriia Degtiarova: Pag. 247 (l.); 123RF/wavemovies: Pag. 161; 123rf/zhaojiankangphoto: Pag. 113 (o.); Angel Photography, Amsterdam: Pag. 71 (o.); ANP Foto/AFP/satellite image 2021 Maxar Technologies: Pag. 154; ANP Foto/Science Photo Library: Pag. 113 (l.b.); ANP Foto/Dolph Cantrijn: Pag. 226/227; ANP Foto/Frans Lemmens: Pag. 152/153; ANP Foto/Patricia Rehe: Pag. 18; ANP Foto/Peter Hilz: Pag. 156; ANP Foto/Rob Engelaar: Pag. 72; ANP Foto/Robin Utrecht: Pag. 240 (l.b.), 240 (lr.b.), 240 (l.o.),240 (r.o.); ANP Foto/Sabine Joosten: Pag. 195 (o.); ANP Foto/Soenar Chamid sportfotografie: Pag. 171 (b.); ANP Foto/Venema Media: Pag. 10; Dreamstime/Alexander Khromtsov: Pag. 137 (b.); Dreamstime/serjunco bon: Pag. 16; DUO in opdracht van CvTE, https://oefenen.facet.onl/facet/: Pag. 230 (b.), 230 (o.), 232 (b.), 232 (o.), 234, 234, 234, 234, 234, 235 (m.b.), 235 (m.o.), 236 (b.); DUO in opdracht van CvTE, https://oefenen.facet.onl/

facet/ (bewerking B en U): Pag. 231; Edwin Verbaal/Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem: Pag. 22 (l.), 22 (r.), 23 (l.), 23 (r.), 27, 28, 29 (l.), 29 (m.), 29 (r.), 33, 37, 38, 39 (o.), 40, 42, 43, 44, 47, 49 (l.b.), 49 (r.b.), 51 (l.o.), 51 (r.o.), 52 (r.), 53, 54, 55, 56 (l.), 56 (m.), 56 (r.), 57, 58, 59, 60, 62 (l.), 62 (m.), 62 (r.), 63 (b.), 68, 71 (b.), 86 (b.), 86 (o.), 88 (r.b.), 89 (b.), 89 (o.), 91 (b.), 93, 95 (b.), 95 (o.), 97 (r.), 100, 101, 102, 103, 104, 105 (b.), 105 (o.), 107, 109 (o.), 111, 114, 115, 117 (l.o.), 117 (r.o.), 118, 118, 118, 118, 125 (l.o.), 125 (r.o.), 127 (l.o.), 127 (r.o.), 132 (l.b.), 132 (r.b.), 132 (r.o.), 133 (o.), 134, 135 (b.), 135 (m.), 135 (o.), 136 (b.), 136 (o.), 139, 142 (o.), 143 (l.b.), 143 (m.b.), 143 (r.b.), 143 (l.o.), 143 (m.o.), 143 (r.o.), 144, 235 (l.b.), 235 (r.b.), 235 (o.), 238, 239 (l.), 239 (r.), 241 (o.), 242 (l.b.), 242 (m.b.), 242 (r.b.), 242 (r.o.), 246 (o.), 247 (r.), 248 (o.), 248 (r.b.), 249 (b.), 251 (r.o.); Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 9 (b.), 9 (m.), 9 (o.), 84, 85 (b.), 85 (b.), 85 (b.), 85 (b.), 85 (b.), 85 (o.), 87 (r.), 108 (r.), 113 (r.b.), 119 (r.b.), 121, 123 (l.), 123 (r.), 124 (r.), 124 (r.), 125 (b.), 126 (b.), 126 (o.), 127 (b.), 127 (m.), 128 (l.b.), 128 (r.o.), 128 (o.), 131 (r.), 137 (l.o.), 137 (r.o.), 138 (l.), 138 (r.), 141 (l.), 141 (r.), 155, 158, 159 (b.), 159 (o.), 162 (o.), 163, 166, 171 (o.), 180, 181 (b.), 181 (l.o.), 181 (m.o.), 181 (r.o.), 182, 183 (l.o.), 183 (r.o.), 184 (b.), 184 (o.), 185 (b.), 185 (o.), 186, 187, 188 (b.), 189 (b.), 189 (o.), 190 (b.), 190 (o.), 191, 195 (b.), 196, 197, 198, 201 (b.), 201 (o.), 203, 206, 207, 208, 212 (o.), 213, 216 (b.), 217 (o.); Eurofysica, 's-Hertogenbosch: Pag. 92 (l.), 92 (r.), 108 (l.); Imageselect / Alamy Stock Photo/ Volodymyr Maksymchuk : Pag. 211 (o.); Imageselect / Alamy Stock Photo/Zoonar GmbH : Pag. 64; Imageselect/Science Source: Pag. 14 (o.); iStockphoto/EHStock: Pag. 244 (l.o.), 244 (r.o.b.), 244 (r.o.m.), 244 (r.o.o.); iStockphoto/ignatiev: Pag. 116 (l.); iStockphoto/monkeybusinessimages: Pag. 13 (o.); iStockphoto/Petr Makeev: Pag. 250 (b.); iStockphoto/Pro Syanov: Pag. 13 (b.); KERN & SOHN GmbH, GF: Albert Sauter: Pag. 30 (l.); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: Pag. 88 (l.b.), 90, 91 (o.), 97 (l.), 122 (l.), 112 (r.), 248 (l.b.); Nationale Beeldbank/Theo van Vliet: Pag. 66 (o.); Nationale Beeldbank/ Tineke Jongewaard: Pag. 17 (b.); PHYWE Systeme GmbH & Co. KG, Göttingen, Germany: Pag. 30 (r.); Shutterstock: Pag. 216 (o.); Shutterstock/Christopher Meder: Pag. 168; Shutterstock/ Dmytro Falkowskyi: Pag. 243; Shutterstock/Elena Chevalier: Pag. 188 (o.); Shutterstock/FS Stock: Pag. 175; Shutterstock/J Butcher: Pag. 6/7; Shutterstock/kung_tom: Pag. 82/83; Shutterstock/ludinko: Pag. 133 (b.); Shutterstock/lzf: Pag. 70; Shutterstock/Matauw: Pag. 237; Shutterstock/MikeDotta: Pag. 245 (o.); Shutterstock/Minerva Studio: Pag. 200; Shutterstock/ New Africa: Pag. 129; Shutterstock/Nils Z: Pag. 245 (l.b.); Shutterstock/nuclear_lily: Pag. 252; Shutterstock/Oasishifi: Pag. 116 (m.); Shutterstock/PiNut Piyanut: Pag. 49 (l.o.); Shutterstock/Piotr Piatrouski: Pag. 117 (r.b.); Shutterstock/ Pixel Enforcer: Pag. 132 (l.o.); Shutterstock/Posmetukhov Andrey: Pag. 212 (b.); Shutterstock/pryzmat: Pag. 236 (l.o.); Shutterstock/Sarah Marchant: Pag. 242 (l.o.); Shutterstock/ Sarawut Chamsaeng: Pag. 49 (r.o.); Shutterstock/Serorion, bewerking Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 131 (l.); Shutterstock/thieury: Pag. 217 (b.); Shutterstock/Urfin: Pag. 39 (b.); Shutterstock/Vereshchagin Dmitry: Pag. 250 (o.); Shutterstock/WoodysPhotos: Pag. 162 (b.); Shutterstock/ Yehuda Boltshauser: Pag. 211 (b.); Sittrop Grafisch Realisatiebureau, Rotterdam: Pag. 25, 26, 112, 116 (r.), 142 (b.), 176, 183 (b.), 183 (b.), 183 (b.), 183 (b.); Vishay Intertechnology, Inc. 2021: Pag. 119 (l.b.); www.lanceworkshops.com/Henry Lance: Pag. 63 (o.);

OMSLAG

Shutterstock/Jason Wolcott Photography

ISBN 978 94 020 7325 6

Release 5.0, eerste oplage

MALMBERG

MAX

Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.

Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.

Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

AUTEUR

Sander Michon

EINDREDACTIE

Linda Kleverlaan

MET MEDEWERKING VAN

Jac van Gemert

Ton Jacobs

Lineke Pijnappels

Lian Poelsma

Release 5.0

ISBN 978 94 020 7325 6

598802-01

MALMBERG